MALAYALAM

# ELEMENTARY SCIENCE

**Part I for Form IV**

---

General Editor:

P. A. Narayana Iyer, M. A., L. T.,

*Additional Professor of Chemistry,*

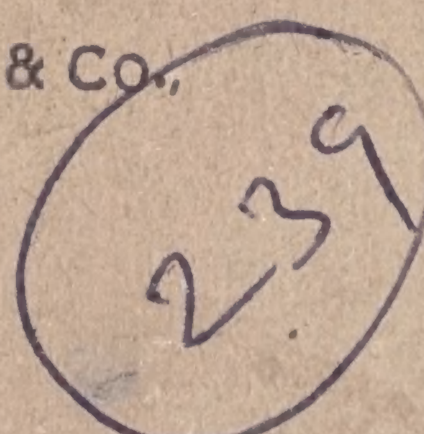
*Presidency College, Madras.*

MADRAS

SRINIVASA VARADACHARI & Co.,

2/16, Mount Road

1940



MALAYALAM

# ELEMENTARY SCIENCE

**Part I for Form IV**

---

General Editor:

P. A. Narayana Iyer, M. A., L. T.,

*Additional Professor of Chemistry,*

*Presidency College, Madras.*

# സാമാന്യശാസ്ത്രം.

ഒന്നാംഭാഗം

(നാലാം ഫോറത്തിലേക്ക്)

പ്രകാശകൻ:

പി. എ. നാരായണയ്യർ, എം. എ., എൽ. ടി.

മദിരാശി പ്രസിഡൻസി കാളേജിൽ

ഭൗതികശാസ്ത്രം പഠിപ്പിക്കുന്ന

സഹമഹോപാദ്ധ്യായൻ.

---

പ്രസാധകന്മാർ:

ശ്രീനിവാസ വരദാചാരി & കമ്പനി,

2/16, മൌണ്ട് റോഡ്; മദിരാശി.

1940.

# വിഷയവിവരം.

അദ്ധ്യായം — പേജ്

## വിഭാഗം 1—ഭക്ഷണം.

1. മുലപ്പാൽ കുടിച്ച് ജീവിക്കുന്ന ജന്തുക്കൾ—മുട്ടയിലിരിക്കെ കുഞ്ഞിന്ന് അതിൽനിന്ന് കിട്ടുന്ന ആഹാരം—പക്ഷികളിലും സ്തനവിശിഷ്ടജീവികളിലും കണ്ടുവരുന്ന പുത്രവാത്സല്യം. 1
2. ചെടികൾക്കും ജീവനുണ്ട്. 4
3. വിത്തും അത് മുളയ്ക്കുന്നതും—അവരവിത്ത് മുളയ്ക്കുന്ന രീതി—തൈകൾക്കുവേണ്ട വളം. 5
4. മണ്ണും അതിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന പോഷകപദാത്ഥങ്ങളും. 8
5. ചെടികൾക്കും പ്രാണികൾക്കും തമ്മിലുള്ള അന്യോന്യാശ്രയം. 10
6. ആഹാരത്തിന്നു യോജിച്ച വായയുടെ രചന—മാംസഭോജികളും സസ്യഭോജികളും—പൂച്ച, അണ്ണാൻ, ഞണ്ട്, വെട്ടുകിളി—അയവിറക്കുന്ന ജീവികളും അയവിറക്കാത്തവയും. 13
7. ആഹാരം കഴിക്കുന്നതിൽ അനുഷ്ഠിക്കേണ്ടുന്ന ചില നിയമങ്ങൾ. 18

## വിഭാഗം 2—ദേഹസംരക്ഷണവും വളച്ച്യും.

1. മൃഗങ്ങൾക്ക് പരിസരപ്രദേശത്തോടുള്ള യോജിപ്പ്, അവയുടെ രക്ഷാമാഗ്ഗങ്ങൾ, നിറം, അനുകരണം, വിഷസഞ്ചികൾ. 22
2. സസ്യങ്ങളുടെ ശ്വാസോഛ്വാസം. 27

അദ്ധ്യായം പേജ്

3. ആകർഷണം, സൂര്യപ്രകാശം, ജലസമ്പാദനം എന്നിവയെ ആശ്രയിച്ച് ചെടികളിൽ കാണുന്ന വളച്ച്കൾ—നിദ്രയെ സംബന്ധിച്ച ചലനം. 30

4. പരിസരങ്ങൾക്കനുസരിച്ച് ചെടികളിൽ കാണുന്ന മാററം—ചതുപ്പുപ്രദേശങ്ങളിലും, വെള്ളത്തിലും, മരുഭൂമികളിലും വളരുന്ന സസ്യങ്ങൾ. 33

5. സസ്യങ്ങൾക്കും ജീവികൾക്കും തമ്മിലുള്ള പരസ്പര സഹായം—പക്ഷികളും ചെറുപ്രാണികളും ആകുന്നു പരപരാഗം സംയോഗം വരുത്തുന്നതു. 37

6. പ്രാണികളുടെ സാമുദായികജീവിതം—തേനീച്ചകളും ഉറുമ്പുകളും. 40

7. ജ്ഞാനേന്ദ്രിയങ്ങൾ. 42

വിഭാഗം ३—വീട്.

1. ഇരുമ്പ്, പിച്ചള, ഓട്, അലുമിനീയം എന്നിവ വീട്ടുപണികൾക്ക ഉപയോഗപ്പെടുത്തുന്ന രീതി. 48

2. പദാത്ഥങ്ങളെ കേടുവരാതെ സൂക്ഷിക്കുന്ന സാധനങ്ങൾ—ചായങ്ങൾ, വാണ്ണീഷ്, എണ്ണകൾ, ലേപനങ്ങൾ, ഇനാമലുകൾ. 52

3. ചുണ്ണാമ്പുകല്ല്—കമ്മായക്കൂട്ട്, ശീമക്കമ്മായം, കോൺക്രീററ്. 55

4. ജലവിതരണസമ്പ്രദായം, പമ്പുചെയ്യാനുള്ള ആഫീസ്—കൈത്തോട്ടുവഴിക്കും കുഴൽവഴിക്കും വിതരണം ചെയ്യാനുള്ള ഏപ്പാട്—വലിയകുഴലുകൾ, ചെറുകുഴലുകൾ, ടാപ്പുകൾ. 58

അദ്ധ്യായം | പേജ്

വിഭാഗം 4. ചുററുപാടുമുള്ളവയുടെനിരീക്ഷണം

1. വായുമണ്ഡലം—വായുവിൻെറ അമച്ചയും വ്യാപകത്വവും—ഉപയോഗങ്ങൾ, വായു ചാമ്പുവാനുള്ള യന്ത്രം. 62
2. കാലാവസ്ഥയും ശീതോഷ്ണവും, കാലാവസ്ഥയെ അനുസരിച്ച് സസ്യങ്ങളിലും ജീവികളിലും കാണുന്ന ചില വ്യത്യാസങ്ങൾ—ദീൎഘകാലനിദ്ര—ദേശാന്തരഗമനം—രക്ഷക്കായിക്കൊണ്ടുള്ള നിറങ്ങൾ. 67
3. കല്ക്കരി—കല്ക്കരിവാതകം കീൽ മുതലായവ—അമോണിയാവാതകം—ഹിമക്കട്ട ഉണ്ടാക്കൽ. 71
4. പെട്രോലിയം ഭൂമിയിൽ എവിടെ കിട്ടുന്നുവെന്നു—ഉപയോഗങ്ങളും അതിൽനിന്നു കിട്ടുന്ന പദാൎത്ഥങ്ങളും—ഭിന്നിതമായ വാററിയെടുക്കലിനാൽ വേർതിരിച്ചെടുക്കൽ. 76
5. സോപ്പും അതു ഉണ്ടാക്കലും—കടലാസ്സ് ഉണ്ടാക്കൽ. 80
6. മണലും കണ്ണാടി ഉണ്ടാക്കലും. 85
7. ശബ്ദം—ശബ്ദം ഉളവാക്കുന്ന ഉപകരണങ്ങൾ—പ്രതിധ്വനി—മെഗഫോൺ—സ്റ്റെത്തോസ്കോപ്പ്-ഗ്രാമഫോൺ—മനുഷ്യരിലെ ധ്വനികളും ഞാണുകളും അവ പ്രവൎത്തിക്കുന്ന മട്ടും. 87
8. ഭൂതക്കണ്ണാടി, സൂക്ഷ്മദൎശിനി, ദൂരദൎശിനി എന്നിവയുടെ ഉപയോഗങ്ങൾ, ഇവയുടെ പ്രവൃത്തികൾ. 95
9. മായാദീപവും ഉപയോഗങ്ങളും. 99
10. ചലനചിത്രങ്ങൾ—എങ്ങിനെ ഉണ്ടാക്കി പ്രദൎശിപ്പിക്കുന്നു. 110

അദ്ധ്യായം പേജ്

## വിഭാഗം 5—പ്രകൃതിശക്തികളെ നിയന്ത്രിച്ച് ഉപയോഗപ്പെടുത്താൻ.

1. വിദ്ധ്യുദ്ധാരയുടെ ഉഷ്ണീകരണം — അയസ്സംയോജകയന്ത്രം—വിദ്ധ്യുത് ഇസ്തരിപ്പെട്ടി. 103
2. വിദ്ധ്യുച്ഛക്തിയും ഭൌതികവികാരവും—വിദ്ധ്യുല്ലേപനം. 106
3. കമ്പിത്തപ്പാലും അതിൻെറ പ്രവൎത്തനവും. 108
4. ആവിയന്ത്രം — അതിൻെറ ഭാഗങ്ങൾ — നീരാവിമാനി—യന്ത്രം പ്രവൎത്തിക്കുന്ന സമ്പ്രദായം. 113
5. ഉരവ്—ഇതുകൊണ്ടുള്ള ഗുണവും ദോഷവും—സ്നിഗ്ദ്ധവസ്തുക്കളുടെ ഉപയോഗം. 116
6. ദ്രാവകസമ്മൎദ്ദത്തിൻെറ വ്യാപനം—സമ്മൎദ്ദനയന്ത്രം ജലമേററുംകരു — മജ്ജനയന്ത്രം — മുങ്ങുംകപ്പൽ—പ്രാണരക്ഷപട്ട—ഇവ പ്രവൎത്തിക്കുന്നവിധം. 118
7. 1. തെർമോസ് ഫ്ളാസ്ക് 2. അഗ്നിരഹിത ചാപക സാമഗ്രി 3. റഫ്രിജറെയിട്ടർ—ഇവയുടെ ഉപയോഗങ്ങൾ, പ്രവൎത്തനം, പ്രവൎത്തനതത്വം. 126

# സാമാന്യശാസ്ത്രം

വിഭാഗം 1.

## ഭക്ഷണം.

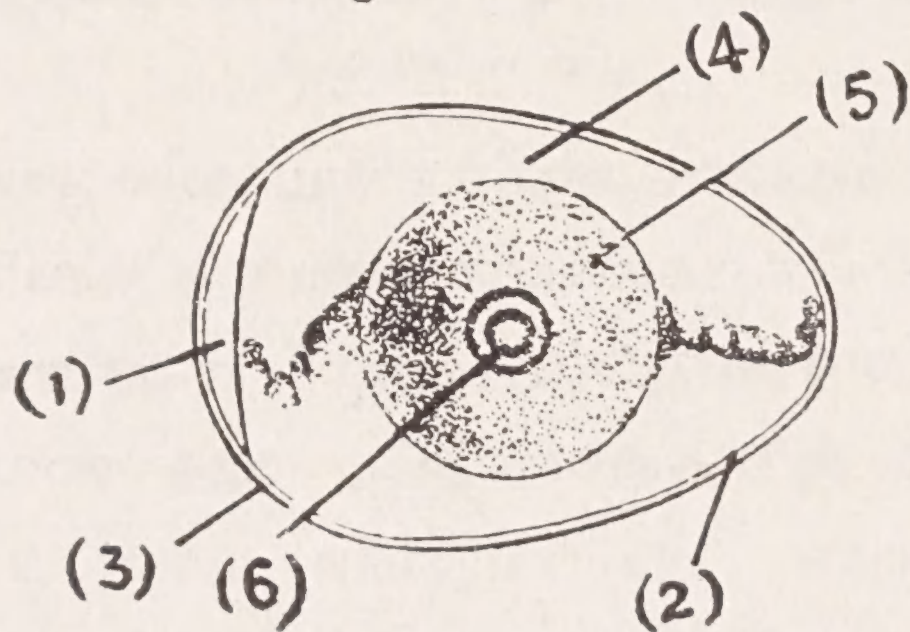
### അദ്ധ്യായം 1.

മുലപ്പാൽ കുടിച്ചു ജീവിയ്ക്കുന്ന ജന്തുക്കൾ—മുട്ടയിലിരിക്കെ കുഞ്ഞിന് അതിൽനിന്നു കിട്ടുന്ന ആഹാരം—പക്ഷികളിലും സ്തനവിശിഷ്ടജീവികളിലും കണ്ടുവരുന്ന പുത്രവാത്സല്യം.

തള്ള പെററിട്ടാണ് നാല്ക്കാലികളും മനുഷ്യരും ഉണ്ടാകുന്നതു്. ശൈശവദശയിൽ ഈ ജീവികൾക്കു് ഇര സമ്പാദിക്കുവാൻ സാമർത്ഥ്യം ഇല്ല. തള്ളയുടെ മുലപ്പാൽ കുടിച്ചിട്ടാണ് ഇവ വളരുന്നതു്. തള്ള അവയെ സ്നേഹപൂർവ്വം വളർത്തുന്നു. പെററു രണ്ടോ മൂന്നോ ദിവസം കഴിയുന്നതോടുകൂടി തള്ളയ്ക്കു മുലയിൽ പാൽ ഉണ്ടാകും. ഈ പാലിൽ കുട്ടിയുടെ വളർച്ചയ്ക്കു വേണ്ടതെല്ലാം ശരിയായ തോതിൽ ഉണ്ടായിരിക്കും.

എന്നാൽ ഈ ഇനത്തിൽ ചേർന്നവയല്ല പക്ഷിക്കുഞ്ഞുങ്ങൾ. ഇവ മുട്ടവിരിഞ്ഞു ഉണ്ടാകുന്നവയാണ്. അണ്ഡദശയിലിരിയ്ക്കുമ്പോൾ പക്ഷിക്കുഞ്ഞായ്ത്തീരാൻ പോവുന്ന ഭ്രൂണ (embryo)ത്തിന്നു് ആവശ്യമായആഹാരം മുട്ടയിലെ മഞ്ഞ (yolk) യിൽ ഉണ്ടായിരിയ്ക്കും.

മുട്ടയുടെ ചിത്രം പരിശോധിയ്ക്കുക. തോട്ട (shell) ആകുന്നു മുട്ടയുടെ പുറമെയുള്ളതു്. ഇതിൽ വളരെ സുഷിരങ്ങളുണ്ടു്. തോടിൻെറ ചുവട്ടിൽ നേരിയ ഒരു തൊലി (membrane) ഉണ്ടു്. തോടിൻെറ പരന്ന അററത്തു് ഉള്ളിലേക്കായി വായുസ്ഥാനം (air space) കാണാം. മുട്ടയുടെ ഉള്ളിൽ വെള്ള (white) എന്ന ദ്രാവകം ഉണ്ടു്. ഇതിൻെറ നടുവിൽ മഞ്ഞ (yolk) സ്ഥിതിചെയ്യുന്നു. മഞ്ഞയുടെ മദ്ധ്യത്തിൽ ഉരുണ്ട ഒരു ബിന്ദു കാണാം. ഇതാകുന്നു ഭ്രൂണം. ഇതിന്നു ജീവൻ ഉണ്ടു്. തള്ളപ്പക്ഷി 'അട' ഇരിയ്ക്കുമ്പോൾ ഭ്രൂണം വളരുന്നു. ഇങ്ങിനെ വളരു




ചിത്രം 1. (1) വായുസ്ഥാനം. (2) നേരിയ തൊലി. (3) തോട്. (4) വെള്ള. (5) മഞ്ഞ. (6) ഭ്രൂണം.

ന്നതു മഞ്ഞയിൽനിന്നു അതിന്നു കിട്ടുന്ന ആഹാരംകൊണ്ടാണു്. കുഞ്ഞു വളരുന്തോറും വെള്ള ചുരുങ്ങിയും വരും. ഇങ്ങിനെ വെള്ള ചുരുങ്ങുന്നതു മഞ്ഞയായ്മാറുകകൊണ്ടാണു്. ആയതിനാൽ പക്ഷിക്കുഞ്ഞിന്നാവശ്യമായ ആഹാരം മുട്ടയിലെ വെള്ളയിലും മഞ്ഞയിലും ആണു് ഉണ്ടായിരിയ്ക്കുക.

പക്ഷികൾ മുട്ടയിടേണ്ടതിലേയ്ക്കു് മുൻകൂട്ടിത്തന്നെ വിചിത്രമായ കൂടുകെട്ടുന്നു. മുട്ടയിട്ടശേഷം അവ അതിന്മേൽ രാപ്പകൽ 'അട' ഇരിയ്ക്കുന്നു. കോഴി, വാത്തു മുതലായ ചില പക്ഷികളുടെ കുഞ്ഞുങ്ങൾക്കു മുട്ടയിൽനിന്നു വിരിഞ്ഞ ഉടനെ ഇര തേടുവാൻ സാധിക്കുന്നതാണു്. ആഹാരം കൊത്തി എടുപ്പാൻ കോഴി തന്റെ കുഞ്ഞുങ്ങളെ ശീലിപ്പിക്കുന്നതു കാണേണ്ട ഒരു കാഴ്ചയാണു്. ശത്രുക്കളിൽനിന്നു കുഞ്ഞുങ്ങളെ രക്ഷിപ്പാൻ ഒരു കോഴി തന്റെ ജീവനെ കൂടി ബലികഴിച്ചേക്കും. എന്നാൽ പ്രാവ്, പരുന്തു മുതലായ മററു ചില പക്ഷികളുടെ കുഞ്ഞുങ്ങൾക്കു മുട്ടയിൽനിന്നു വിരിഞ്ഞ ഉടനെ കണ്ണു കാണായ്കകൊണ്ടു് തള്ളപ്പക്ഷി തന്നെ ആഹാരം തേടിക്കൊണ്ടുവന്നു കൊടുക്കേണ്ടിവരുന്നു. ഇങ്ങിനെ രണ്ടാഴ്ച കഴിഞ്ഞശേഷമേ പറക്കുവാൻ സാധിക്കയുള്ളൂ. കുഞ്ഞുങ്ങൾ പറക്കുവാൻ തുടങ്ങിയശേഷം തള്ളപ്പക്ഷി അവരെ വകവെയ്ക്കുന്നില്ല. കണ്ടാൽ അറിയാതേയും ആകും.

പക്ഷികൾക്കു കുഞ്ഞുങ്ങളിലുള്ള വാത്സല്യം ഏറെക്കാലം നിലനില്ക്കാത്തതാണെന്നു പ്രസ്താവിച്ചുവല്ലൊ. എന്നാൽ നാല്ക്കാലികൾ മറെറാരു പ്രസവംവരെ കുട്ടികളെ കുറെ അധികകാലത്തോളം സ്നേഹപൂർവ്വം വളർത്തുന്നു. മനുഷ്യവർഗ്ഗത്തിൽ കാണുന്ന പുത്രവാത്സല്യം മാതാപിതാക്കന്മാരുടെ ജീവിതകാലം മുഴുവനും നിലനില്ക്കുന്നതുമാണു്.

---

## അദ്ധ്യായം 2.

### ചെടികൾക്കും ജീവനുണ്ട്.

ജീവികൾക്കു ചില പ്രത്യേകഗുണങ്ങൾ ഉണ്ട്. അവ ജനിച്ചുവളരുന്നു. വേണ്ടുന്ന ആഹാരം അവ സമ്പാദിക്കുന്നു. യൌവനദശ കഴിഞ്ഞ് വാർദ്ധക്യം പ്രാപിച്ചു് അവ നശിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. മനുഷ്യരും നാല്ക്കാലികളും പെററും പക്ഷികൾ മുട്ടയിട്ടും ജീവികളുടെ പരമ്പര വർദ്ധിക്കുന്നു.

ചെടികൾക്കും ജീവനുണ്ട്. അവ വിത്തുകളിൽനിന്നു മുളച്ചുപൊന്തുന്നു. അവ മണ്ണിൽനിന്നു വേരുകൾവഴിയായി വെള്ളവും ആഹാരവും വലിച്ചെടുത്തു ഇലകളിൽ സൂക്ഷിച്ചു് വെയിൽസമയത്തു ഈ ആഹാരത്തെ ഉപയോഗിച്ചാണ് വളരുന്നതു്. കാലപ്പഴക്കത്തിൽ ചെടികളുടെ ഇലകൾ ഉണങ്ങുകയും അവയുടെ തടിക്കു ബലക്ഷയം തട്ടുകയും അവസാനത്തിൽ അവ നശിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ചെടി പൂത്തു കായ്ക്കുന്നു. ഈ കായ മൂത്തു് വിത്തായ്ത്തീരുന്നു. ഈ വിത്താണ് ചെടിയുടെ സന്താനം.

ജീവികൾ ചെയ്യുന്ന മുഖ്യ പ്രവൃത്തികളും ചെടികളും ചെയ്യുന്നതിനാൽ ചെടികൾക്കും ജീവനുണ്ടെന്നു പറയാം.

---

## അദ്ധ്യായം 3.

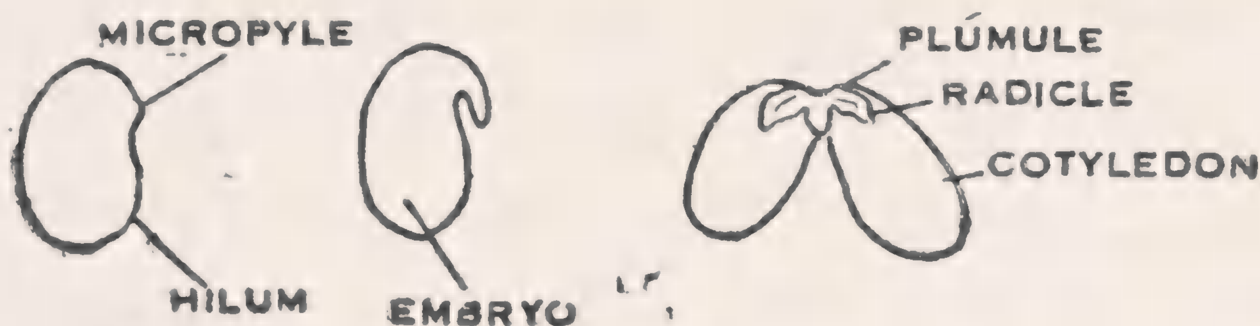
### വിത്തും അതു മുളയ്ക്കുന്നതും—അവരവിത്തു മുളയ്ക്കുന്ന രീതി. തൈകൾക്കു വേണ്ട വളം.

വിത്തു മുളച്ചു് സസ്യത്തെ ഉണ്ടാക്കുന്നു. ഇങ്ങിനെ മുളയ്ക്കുന്നതിന്നു വേണ്ടവ ആ വിത്തിൽതന്നെ ഉണ്ടായിരിയ്ക്കും. ഉദാഹരണമായി ഒരു അവരവിത്തു മുളയ്ക്കുന്നതു് എങ്ങിനെ എന്നു പരിശോധിയ്ക്കുക.

കുറെ അവരവിത്തു് വെള്ളത്തിൽ ഇടുക. മൂന്നുനാലു ദിവസം കഴിഞ്ഞു ആ വിത്തുകളിൽ ഒന്നെടുത്തു പരിശോധിയ്ക്കുക. ആ വിത്തു് വീർത്തു മുളയ്ക്കുവാൻ തുടങ്ങിയിരിയ്ക്കുന്നതായി കാണാം. ആ വിത്തു് ഒന്നു ഞെക്കിനോക്കുക. അപ്പോൾ അതിൽനിന്നു ഒരു ചെറിയ ദ്വാരത്തിൽക്കൂടി വെള്ളം വരുന്നതായ്ക്കാണാം. ഈ ദ്വാരത്തിന്നു സൂക്ഷ്മദ്വാരം (Micropyle) എന്നു പേർ പറയാം. ഒരു കത്തികൊണ്ടു വിത്തുറ (Seed coat) നീക്കിയാൽ വിത്തിലെ പരിപ്പുകൾ കാണാം. ആ പരിപ്പുകളെ അകററിനോക്കിയാൽ അവ ചേർന്നിരിക്കുന്നിടത്തു് മുള കാണാം. ആ മുളയിൽ കീഴ്പോട്ടു തുറിച്ചിരിക്കുന്നതു് ബീജവേരും (Radicle) മേല്പോട്ടു ഊനിക്കുന്നതു് ബീജമുള (plumule) യും ആകുന്നു. ഈ ബീജവേരാണു് പിന്നീടു സസ്യത്തിൻെറ വേരായിത്തീരുന്നതു. ബീജമുള വലുതായിത്തീരുന്നതോടുകൂടി പരിപ്പുകൾ അല്ലെങ്കിൽ അങ്കുരദള (Cotyledons)ങ്ങൾ ചുരുങ്ങിവരുന്നു. സസ്യത്തിൻെറ ആരംഭദശയിൽ അതിന്നു വേണ്ടി

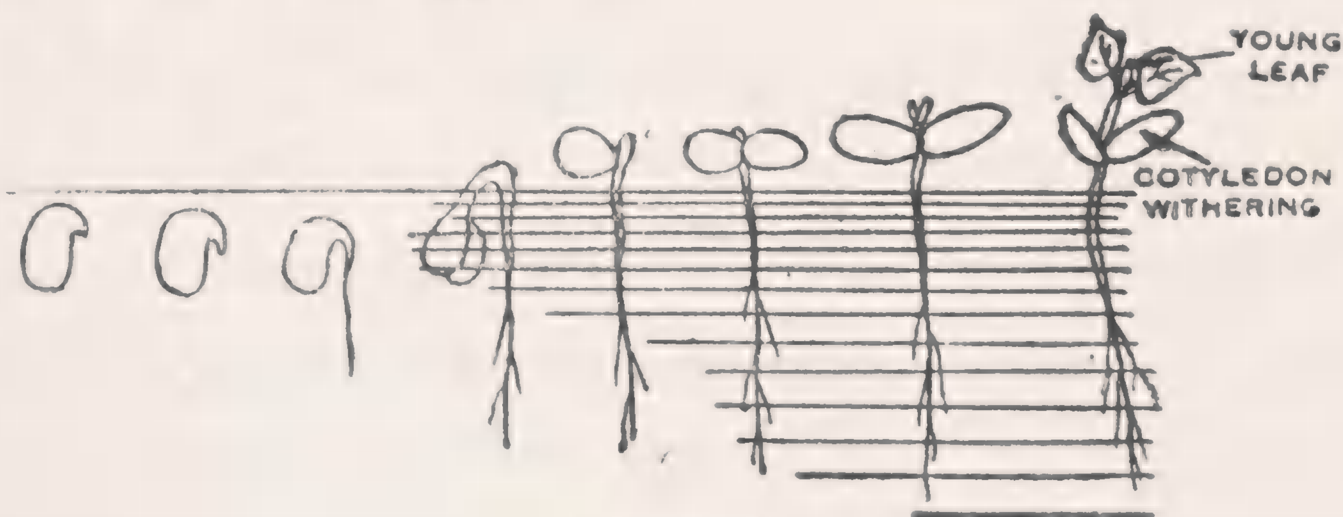
വരുന്ന ആഹാരം ഈ പരിപ്പുകളിൽ ആണ് ഉള്ളത്. പരിപ്പിനെ വിത്തില എന്നും വിളിക്കാറുണ്ട്.

അവരവിത്തു മുളയ്ക്കുന്ന രീതി കുറെക്കൂടി സൂക്ഷ്മമായി മനസ്സിലാക്കാം. ഒരററം കുറച്ചു പൊങ്ങി ഇരിക്കുമാറ് ഒരു ഒപ്പുകടലാസ്സ് ഒരു ബീക്കറിൽ വെയ്ക്കുക. കടലാസിന്മേൽ വിത്തിടുക. പൊങ്ങിയ അററത്ത് കുറേശ്ശ വെള്ളമൊഴിച്ചു കടലാസിനെ കൂടക്കൂടെ നനയ്ക്കുക. ഒന്നുരണ്ടു ദിവസത്തിലകത്ത് വിത്തു ചീർത്തു തൊലി പൊട്ടി വേരണു (ബീജവേർ) നീളുവാൻ തുടങ്ങുന്നതായി കാണാം. നീണ്ടുനീണ്ടു വരുന്ന




ചിത്രം 2.

ബീജവേർ പരിശോധിക്കുന്നപക്ഷം അതിന്മേൽ അനേകം രോമംപോലുള്ള ചെറിയ വേരുകൾ (root-hairs) കാണാം. ഈ ബീജവേർ എപ്പോഴും കീഴ്പ്പോട്ടാണ് വളരുന്നത്. ബീജവേർ വളർന്നുതുടങ്ങുന്നതോടുകൂടി ബീജമുളയിലും ചില മാററങ്ങൾ സംഭവിയ്ക്കുന്നു.




ചിത്രം 3.

ബീജവേർ നീളുവാൻ ആരംഭിയ്ക്കുമ്പോൾ മുളയ്ക്കുന്ന വിത്തെടുത്ത് മണ്ണിൽ വെയ്ക്കുക. ഒന്നുരണ്ടു ദിവസത്തിലകത്ത് വേര് മണ്ണിൽ തറയുന്നു. ഇതോടുകൂടി കമാനാകൃതിയിൽ ചെടി മണ്ണിൽനിന്ന് പുറത്തേയ്ക്കു പുറപ്പെടുന്നു. പരപ്പിൽനിന്ന് തോൽ നീങ്ങിയിരിയ്ക്കും ബീജമുള പരിപ്പോടുകൂടി മേല്പോട്ടു വരുന്നു. ക്രമേണ കമാനാകൃതി ഇല്ലാതായിത്തീരുകയും ചെടി നിവർന്നുനില്ക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. പരിപ്പു ചുരുങ്ങിത്തുടങ്ങുന്നു. ബീജമുള പച്ചനിറമുള്ള ഇലകളായി പരിണമിയ്ക്കുന്നു.

---

## അദ്ധ്യായം 4.

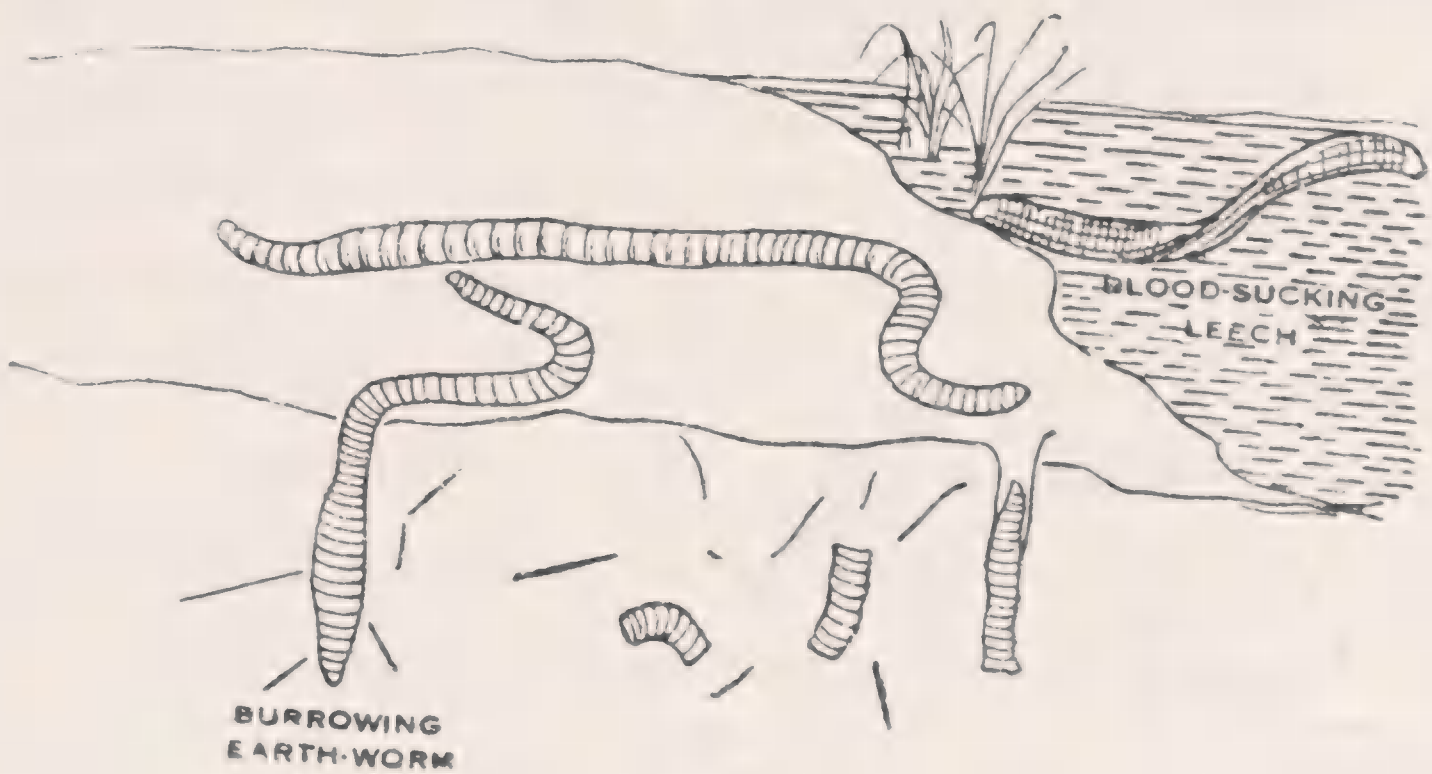
### മണ്ണും അതിൽ അടങ്ങിയിരിക്കുന്ന പോഷകപദാൎത്ഥങ്ങളും.

ഒരു ബീക്കറിൽ കുറെ മണ്ണെടുത്തു് അതിൽ വെള്ളം ഒഴിച്ചു ഇളക്കി മേശപ്പുറത്തു വെയ്ക്കുക. കുറെനേരം കഴിഞ്ഞതിന്നുശേഷം ബീക്കർ പരിശോധിയ്ക്കുക. അതിന്റെ അടിയിൽ പൊടിക്കല്ലുകളും അവയുടെ മീതെ മണലും അതിന്റെ ഉപരിഭാഗത്തു ചളിയും അതിന്നുമേൽ വെള്ളവും വെള്ളത്തിൽ പൊന്തിക്കിടക്കുന്ന ഇലപ്പൊടി വൈക്കോൽതുരുമ്പുകൾ എന്നിവപോലെ ചില സസ്യാംശങ്ങളും കാണാം.

ബീക്കറിൽ ഇപ്പോഴുള്ള വെള്ളം പരിശോധിച്ചാൽ ചില സംഗതികൾ മനസ്സിലാക്കാം. ഒരു ചീന പിഞ്ഞാണ (china-dish)ത്തിൽ ഇതിലെ വെള്ളം കുറച്ചെടുത്തു് വററിക്കുക. പിഞ്ഞാണത്തിൽ എന്തോ ബാക്കിയുണ്ടാവുന്നതായ്ക്കാണാം. ഈ സാധനം വെള്ളത്തിൽ അലിഞ്ഞിട്ടുണ്ടായിരുന്നതായിരിക്കണം.

അലിഞ്ഞിരുന്ന ആ സാധനം പല ലവണ (salt)ങ്ങളും കൂടിക്കലൎന്നതായിരിയ്ക്കാനാണ് ഇട. മണ്ണിൽ പലതരത്തിലുള്ള ലവണങ്ങളും ഉണ്ട്. അവയിൽ മുഖ്യമായവ ഉപ്പു (common salt), സോഡിയം പാക്യമികജം (Sodium nitrate), പൊട്ടാസിയം-പാക്യമികജം (Potassium nitrate), മാഗ്നീസിയം-ഗന്ധകികജം (Magnesium sulphate), കാൽസിയം-ദ്വി-അംഗാരകികജം (Calcium-bi-carbonate) എന്നിത്യാദികളാകുന്നു.

ആഹാരപദാൎത്ഥങ്ങളെ സമ്പാദിയ്ക്കുവാൻ ജീവിലോകം അധികവും മണ്ണിനെയാണ് ആശ്രയിക്കുന്നതു്. സസ്യഭോജികൾക്കു വേണ്ടിവരുന്ന കായ്കറികൾ (മണ്ണിൽ വളരുന്ന) ചെടികളിൽനിന്നാണ് കിട്ടുന്നതു്. മാംസഭുക്കുകൾക്കും വേണ്ട സാധനങ്ങൾ സസ്യോപജീവികളായ മൃഗങ്ങളിൽ നിന്നല്ലെ കിട്ടുന്നതു്. ഞാഞ്ഞൂൾ മാത്രം മണ്ണുതന്നെ തിന്നിട്ടു ജീവിയ്ക്കുന്ന ഒരു ജന്തുവാണ്.




ചിത്രം 4.

---

## അദ്ധ്യായം 5.

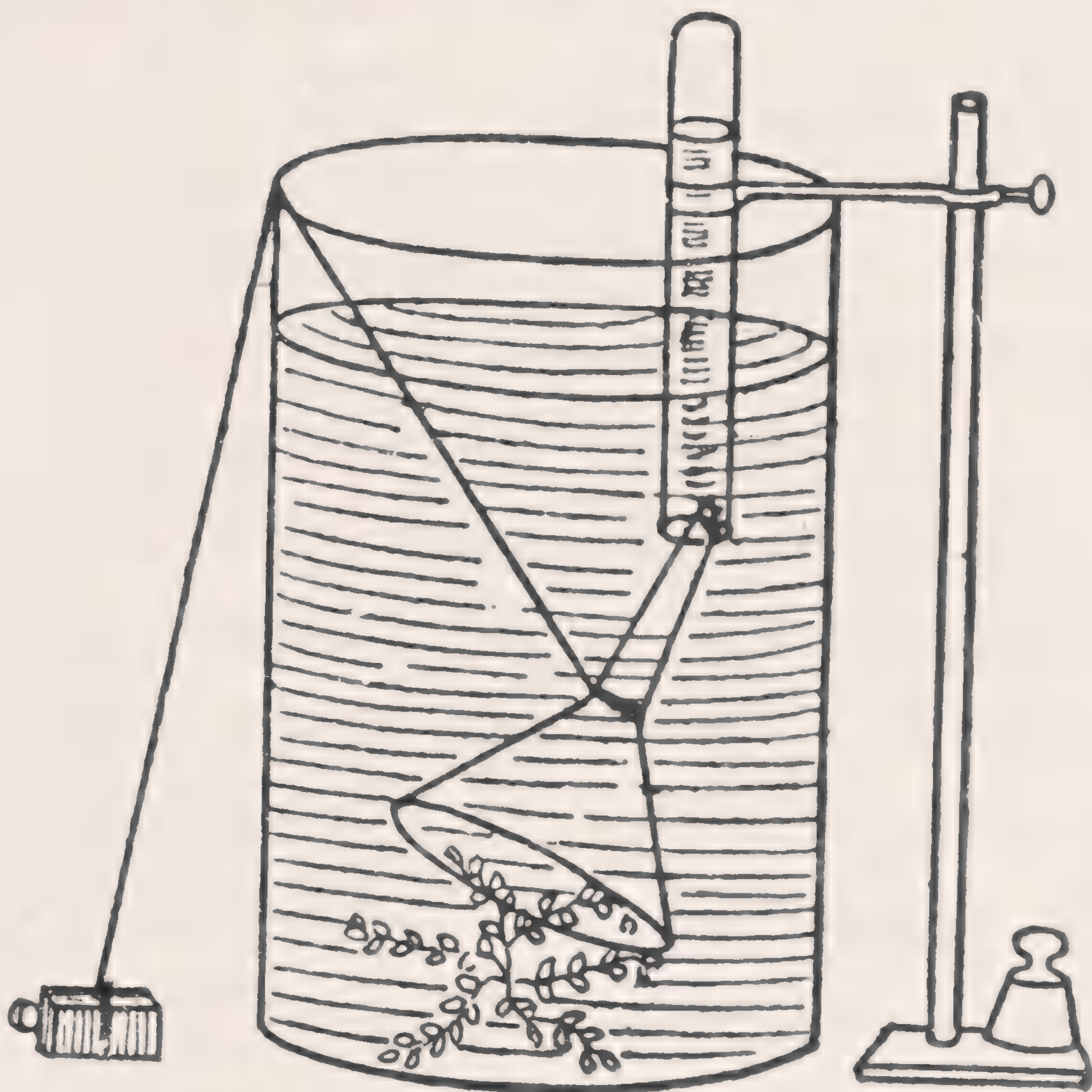
### ചെടികൾക്കും പ്രാണികൾക്കും തമ്മിലുള്ള അന്യോന്യാശ്രയം.

പ്രാണികൾ ശ്വാസോച്ഛ്വാസം ചെയ്യുന്നു. അവ ശ്വസിയ്ക്കുമ്പോൾ പ്രാണവായു ഉൾക്കൊള്ളുകയും ഉച്ഛ്വസിയ്ക്കുമ്പോൾ അംഗാരകദ്വിപ്രാണയുതി (Carbon dioxide) യെ പുറത്തേയ്ക്കു വിടുകയും ചെയ്യുന്നു. ഈ രണ്ടു ക്രിയയും ഇല്ലെങ്കിൽ ജീവിലോകംതന്നെ ഇല്ല. പുറത്തേയ്ക്കു വിടുന്ന ഈ വാതകം (gas) ജീവിച്ചിരിക്കുന്നതിന്നു പ്രതികൂലമായുള്ള ഒന്നാണ്. ഇതു സംബന്ധമായി വിചിത്രമായ ഒരു സംഭവം നടന്നിട്ടില്ലെങ്കിൽ ഈ വാതകം ലോകമെങ്ങും നിറഞ്ഞു ജീവികളെല്ലാം മരിച്ചുപോകുമായിരുന്നു. ഈ വിചിത്രമായ മാററം വരുത്തുന്നതു് സസ്യങ്ങളാകുന്നു.

നാം പുറമെ വിടുന്നതായ അംഗാരകദ്വിപ്രാണയുതിയെ പകൽസമയത്തു ചെടി ഉൾക്കൊണ്ടു് ഇലകൾവഴിയായി ആ വാതകത്തിൽ ഒരു ഭൌതികവികാരം (chemical change) വരുത്തുന്നു. ഈ വികാരത്തിൻെറ ഫലമായി സസ്യം പ്രാണവായുവിനെ പുറമെ വിടുന്നു. ഈ സംഗതി താഴെ വിവരിച്ചിട്ടുള്ള പരിശോധനയിൽനിന്നു മനസ്സിലാക്കാം.

കുളത്തിൽ വളരുന്ന ഒരു ചെടി കൊണ്ടുവരിക. ഏതു കുളത്തിൽനിന്നു ചെടി കൊണ്ടുവരുന്നുവൊ ആ കുളത്തിലെ വെള്ളം ഒരു ബിക്കറിൽ എടുക്കുക. വെള്ളത്തിൽ ആ ചെടി ഇടുക. ചെടിയുടെ മീതെയായി ഒരു ഫണലിൻെറ പരന്ന ഭാഗം വരത്തക്കവണ്ണം ശരിപ്പെടുത്തുക. ഫ

ണലിൻെറ വാൽ വെള്ളത്തിലേയ്ക്കു് ഇറങ്ങി ഇരിയ്ക്കണം. ഫണലിൻെറ വാൽഭാഗത്തു വെള്ളം നിറച്ചിട്ടുള്ള ഒരു ടെസ്റ്റ് ട്യൂബ് നിൎത്തുക.



ചിത്രം 5.

ഉപകരണത്തെ സൂൎയ്യവെളിച്ചത്തിൽ കുറെനേരം വെയ്ക്കുക. പിന്നീട് ടെസ്റ്റ് ട്യൂബ് പരിശോധിയ്ക്കുക. അതിൽ ഒരു വാതകം ശേഖരിച്ചിരിയ്ക്കും. ഈ വാതകത്തിന്നുള്ളിൽ തീക്കനലുള്ള ഒരു കൊള്ളി താഴ്ത്തുക. തീക്കൊള്ളി പെട്ടെന്നു കത്തുന്നതാണ്. ആയതിനാൽ ഈ വാതകം പ്രാണവായു ആകുന്നു.

ഇങ്ങിനെ പ്രാണികളുടെ ജീവനത്തിന്നു പ്രതികൂലമായ അംഗാരകദ്വിപ്രാണയുതിയെ സസ്യങ്ങൾ സ്വീകരി

ച്ച് അതിൽ ഒരു ഭൌതികവികാരം വരുത്തി സ്വന്തം വളച്ച്യയ്ക്കുവേണ്ടവയെ എടുത്ത് ആ പ്രാണികളുടെ ജീവനത്തിന്നു അത്യാവശ്യമായ പ്രാണവായുവിനെ തിരിച്ചു കൊടുക്കുന്നതിലാണ് പ്രാണികൾക്കും സസ്യങ്ങൾക്കും പരസ്പര ആശ്രയമുണ്ടെന്നു പറയുന്നത്.

ഇതിന്നും പുറമെ മറെറാരു കാൎയ്യത്തിലും ഇവയ്ക്കു തമ്മിൽ വലിയൊരു ബന്ധുത്വം കാണുന്നുണ്ട്. ചെടികൾ മണ്ണിൽനിന്നു (വെള്ളത്തിൽ അലിഞ്ഞിരിക്കുന്ന) ലവണങ്ങളെ വേരുകൾവഴിയായി വലിച്ചെടുത്ത് ജീവിയ്ക്കുന്നു. ഈ ലവണങ്ങളിൽ മുക്കാലും ജീവിലോകത്തിൽ നിന്നാണ് ഉത്ഭവിയ്ക്കുന്നത്. ചില ജീവികളുടെ തോട് (shell) മണ്ണിൽ വീഴുന്നു. അതിൽ കാൽസിയം-ദ്വിയംഗാരകികജം ഉണ്ട്. ജീവികളുടെ മലം, മൂത്രം, ചീഞ്ഞളിഞ്ഞ മാംസം എന്നിത്യാദി സാധനങ്ങൾ മണ്ണിൽ ചേരുമ്പോൾ അവയിലെ ലവണങ്ങൾ മണ്ണിൽ കലരുന്നു. വെള്ളത്തിൽ ഈ ലവണങ്ങൾ അലിഞ്ഞുണ്ടാവുന്ന വിലയനം (solution) ആണ് ചെടിക്കു ആവശ്യമായിട്ടുള്ളത്. സസ്യങ്ങൾ ഈ ലവണവിലയനത്തെ ഉൾക്കൊണ്ട് ഇലകൾവഴിയായി അതിനെ വികാരപ്പെടുത്തി കായ, കിഴങ്ങ് എന്നിവയിൽ മാവു പദാൎത്ഥരൂപത്തിൽ ഉരുക്കൂട്ടുന്നു. ഈ ഫലങ്ങളെയാണ് അധികമായി മൃഗങ്ങൾ തിന്നുന്നത്. ആയതിനാൽ ചെടികൾക്കും പ്രാണികൾക്കും ഒഴിച്ചുകൂടാത്ത ഈ ഒരു ബന്ധുതകൂടി ഉണ്ട്.

---

## അദ്ധ്യായം 6.

### ആഹാരത്തിന്ന് യോജിച്ച വായയുടെ രചന—മാംസഭോജികളും സസ്യഭോജികളും—പൂച്ച, അണ്ണാൻ, ഞണ്ട്, വെട്ടുകിളി—അയവിറക്കുന്ന ജീവികളും അയവിറക്കാത്തവയും.

ജീവികളെ രണ്ടു വകയായി തരം തിരിക്കാം. ചിലവ മാംസഭോജികളും മററുചിലവ സസ്യഭോജികളുമാകുന്നു. മാംസഭോജികളുടെ വായയുടെ രചന സസ്യഭോജികളുടേതു പോലെ അല്ല.

മാംസഭോജികളുടെ പല്ലുകളിൽ ചിലവ താണും മററുചിലവ പൊങ്ങിയുമിരിക്കും. മുൻഭാഗത്ത് അന്നാരപ്പല്ലുകൾ (Incisors) കാണാം. ഈ വർഗ്ഗത്തിൽ പെട്ട ജീവികൾക്കെല്ലാം നാലു നായ്പല്ലുകൾ അല്ലെങ്കിൽ ആണിപ്പല്ലുകൾ (Canines) ഉണ്ടാകും. ഇവ നീണ്ടു കുറച്ചൊന്നു വളഞ്ഞിരിയ്ക്കും. നായ്പല്ലുകൾക്കു പിന്നാലെ മുന്നാണപ്പല്ലു (Pre-molar tooth)കളുണ്ടായിരിയ്ക്കും. അവകൊണ്ടു ആഹാരസാധനങ്ങളെ ജീവികൾ മുറിക്കും. ആണിപ്പല്ലുകൾകൊണ്ടു ആഹാരം കീറിപ്പൊളിച്ചെടുക്കും. മുന്നാണപ്പല്ലുകളും അണപ്പല്ലുകളും നിമ്നോന്നതങ്ങളായിരിയ്ക്കുന്നവയാകയാൽ ഇവകൊണ്ടു മാംസഭുക്കുകൾ ആഹാരം കടിച്ചു ചെറു കഷണങ്ങളായിക്കീറുന്നു. ഇതിന്നും പുറമെ മാംസഭുക്കുകളുടെ നാവു പരുപരുത്തതായിരിയ്ക്കും. നായ, പൂച്ച, ചെന്നായ, സിംഹം എന്നിവ മാംസഭോജികളാണ്.

പൂച്ചയുടെ വായ മാംസം കീറിപ്പൊളിച്ചു തിന്നുന്നതിന്നു പററിയതാണ്. ഇതിന്നു മാംസം കഷണം കഷണ

മാക്കേണ്ടതിലേയ്ക്കു് പ്രത്യേകമായ രണ്ടടണപ്പല്ലുകൾ ഉണ്ടു്. ഇതിന്നു് നായയ്ക്കില്ലാത്ത പ്രത്യേകതകൾ കാണാം. ഇതിൻെറ കൂൎത്തു മൂൎച്ചയുള്ള നഖങ്ങളെ കാലടിയിലുള്ള മാംസപേശിയിലേയ്ക്കു് വേണ്ടപ്പോൾ വലിക്കുവാൻ ഇതിന്നു് സാധിയ്ക്കും. പൂച്ചയുടെ കാലടിയുടെ തോലു് അയഞ്ഞതാകയാൽ യാതൊരു ബുദ്ധിമുട്ടും കൂടാതെ പതുങ്ങി ഇരുന്നു് ഇരയുടെ മേൽ ചാടിവീഴാൻ പൂച്ചയ്ക്കു് സാധിയ്ക്കും. നായയ്ക്കാകട്ടേ കാലടിയിലെ മാംസപേശിയുടെ ഉള്ളിലേക്കു് നഖങ്ങളെ വലിക്കുവാൻ കഴിയുകയില്ല. നായയുടെ തോലു് ദേഹത്തോടു പററി ഇരിക്കുന്നതിനാൽ ഇതിന്നു് ഓടി വേട്ടയാടീട്ടുവേണം ഇരപിടിക്കുവാൻ.

സസ്യഭോജികളുടെ വായയുടെ രചന മാംസഭോജികളുടേതിൽനിന്നു് വ്യത്യസ്തമായതാണു്. പശു, ആടു്, ആന, എരുമ, കുതിര എന്നിവ സസ്യഭോജികളാകുന്നു.

സസ്യഭോജികളായ നാല്ക്കാലികളിൽ രണ്ടുവകയുണ്ടു്. ചിലവയ്ക്കു് ഒരു കുളമ്പേ ഉള്ളൂ. വേറെ ചിലവയ്ക്കു് പിളൎന്ന കുളമ്പാണുള്ളതു്. ഒററക്കുളമ്പു ജീവികൾ അയവിറക്കുന്നില്ല. ഇരട്ടക്കുളമ്പു ജീവികൾ അയവിറക്കുന്നു. കുതിര, കഴുത മുതലായവ അയവിറക്കാത്തവ (Non-cud-chewers) ആകുന്നു. പശു, എരുമ, ആടു മുതലായവ അയവിറക്കുന്നവ (Cud-chewers) ആകുന്നു.

അയവിറക്കാത്തവ ആഹാരം ചവച്ചിറക്കുന്നു. ഇവയുടെ ആമാശയത്തിൽ ഒററമാത്രമേ ഉണ്ടാകയുള്ളൂ. അയവിറക്കുന്നവ മേയുമ്പോൾ പുല്ലു ചവയ്ക്കാതെ ഉമിനീരോടു

ചേൎത്ത് വിഴുങ്ങുന്നു. ഇവയുടെ ആമാശയത്തിൽ നാലറ കൾ ഉണ്ടായിരിയ്ക്കും. (ചിത്രം 5 നോക്കുക) വിഴുങ്ങിയ ആഹാരം '1' എന്ന അറയിൽ മേയുമ്പോൾ തന്നെ എ ത്തിച്ചേരുന്നു. മേഞ്ഞുകഴിഞ്ഞതിന്നുശേഷം പശുവൎഗ്ഗ ത്തിൽപ്പെട്ടവ ഒരിടത്തിൽ ചെന്നു കിടന്നു വിശ്രമിക്കുന്നു.




ചിത്രം 6.

അപ്പോൾ ആഹാരം '1'ൽ നിന്നു '2' എന്ന അറയിലേ ക്കു കടക്കുന്നു. അതിലെ മാംസപേശികൾ പുല്ല്, വൈ യ്ക്കോൽ എന്നിവയെ ചുരുളുകളാക്കി ചവച്ചരയ്ക്കുന്നു. പശ പോലെ ആക്കപ്പെട്ട ആഹാരം '3'-ാമത്തെ അറയിൽ വന്നു പാകംപോലെ '4' എന്ന അറയിൽ കടക്കുന്നു. ഇവിടെവെച്ചു് ആമാശയരസത്തോടു കലൎന്നു് പാകം വന്നതിന്നുശേഷം കുടൽമാലയിലേയ്ക്കു് ആഹാരം പോകു ന്നതാണു്.

പശുവിൻെറ വായ പുല്ലുതിന്നുവാൻ പററിയതാകു ന്നു. ഇതിന്നു 'നായ്പല്ലുകൾ' ഇല്ല. മേൽത്തൊണ്ണിലും കീ ഴ്ത്തൊണ്ണിലും വായയുടെ ഉള്ളിൽ അണപ്പല്ലുകൾ ഉണ്ടാകും. ഈ പല്ലുകൾ പരന്നിരിയ്ക്കും. നടു കുറച്ചൊന്നു താണിരി യ്ക്കും. ആയതിനാൽ ആഹാരം ചവച്ചരയ്ക്കുവാൻ ഇവ ഉതകുന്നു. കീഴ്ത്തൊണ്ണിലും മുൻവരിയിൽ മുന്നാരപ്പല്ലുകൾ

ഉണ്ടു്. മുന്നാരപ്പല്ലുകൾക്കും അണപ്പല്ലുകൾക്കും ഇടയിൽ ഒരു ഒഴിവു കാണാം. ഈ സ്ഥാനത്തിലൂടെ നാവുനീട്ടി പശ്ശു പുല്ലിനെ കററയായിപ്പിടിക്കും. മേൽത്താടിയുടെ മുൻഭാഗത്തു് പശുവിന്നു പല്ലുകൾ ഇല്ല പല്ലുകൾക്കു പകരം ഉറപ്പുള്ള തൊണ്ണാണുള്ളതു്. നാവുകൊണ്ടു പിടിച്ചു് പുല്ലിനെ തൊണ്ണുകൊണ്ടമത്തി തലയിളക്കി മുന്നാരപ്പല്ലുകൾ കൊണ്ടു മുറിച്ചെടുത്തു് വായിലേയ്ക്കു കൊണ്ടുപോകുന്നു. ഇമ്മാതിരി സമ്പ്രദായമാണു് അയവിറക്കുന്ന ജിവികളിലെല്ലാം ഉള്ളതു്.

അയവിറക്കാത്ത ജിവികളിലും നായ്പല്ലുകളില്ല. അവയ്ക്കു് വായയുടെ ഉള്ളിൽ കീഴ്ത്തൊണ്ണിലും മേൽതൊണ്ണിലും അണപ്പല്ലുകളുണ്ടു്. അവ ആഹാരം അരയ്ക്കുവാൻ പററിയവയാകുന്നു. എന്നാൽ മുൻവരിയിൽ ഇരുതാടിയിലും മുന്നാരപ്പല്ലുകളുണ്ടു്. മുന്നാരപ്പല്ലുകൾക്കും അണപ്പല്ലുകൾക്കും ഇടയിൽ ഒഴിഞ്ഞ സ്ഥലം കാണാം. കുതിര മുതലായവയ്ക്കു് ഇങ്ങിനത്തെ രചന പല്ലിന്നുള്ളതിനാൽ പുല്ല് കത്തിരിച്ചിട്ടാണു് അവ തിന്നുന്നതു്.

**അണ്ണാൻ.** ഇതു് കായകളും പഴങ്ങളും ആണു് തിന്നുന്നതു്. ഇതിന്നു നായ്പ്പല്ലുകളില്ല, മുന്നാരപ്പല്ലുകൾ ഓരോ താടിയിലും ഈരണ്ടെണ്ണം ഉണ്ടു്. കടവായിൽ അണപ്പല്ലുകൾ കാണാവുന്നതാണു്. മുന്നാരപ്പല്ലുകൾക്കും അണപ്പല്ലുകൾക്കും ഇടയിൽ ഒഴിവുസ്ഥലം ഉണ്ടു്. മുന്നാരപ്പല്ലുകൾ ഉളിപോലെ ഇരിയ്ക്കും. ഉപയോഗംകൊണ്ടു് ഈ പല്ലുകൾ തേഞ്ഞുപോകുന്തോറും അവ വളൎന്നുകൊണ്ടേയിരിയ്ക്കും.

**ഞണ്ടു്.** ഇതു് ചത്ത ജന്തുക്കളെയും മത്സ്യങ്ങളേയും തിന്നാണു് ജീവിയ്ക്കുന്നതു്. ഇതിൻെറ കാലുകളിൽ രണ്ടെണ്ണം തടിച്ചവയാകുന്നു. അവ മുൻഭാഗത്താണു്. അവയുടെ അററങ്ങൾ ചവണപോലെയാകുന്നു. ഇവകൊണ്ടു് ഇരയെ ഇതു് ഇറുക്കി പിടിയ്ക്കുന്നു. ഇതിൻെറ വായയിൽ പല്ലുകളില്ല. പാർശ്വഭാഗങ്ങളിലുള്ള താട (Mandible)കളുടെ സഹായത്താൽ ഞണ്ടു് ആഹാരത്തെ നുറുക്കി തിന്നുന്നു. ഈ താടകളുടെ വക്കുകൾ ഈർച്ചവാളിൻെറ മാതിരിയിലിരിയ്ക്കും

**വെട്ടുക്കിളി.** പുല്ലും ഇലകളും ആകുന്നു ഇതിൻെറ ആഹാരം ഇതിന്നു് പല്ലുകളില്ല ഇതിൻെറ മേൽച്ചുണ്ടു് കീഴ്ച്ചുണ്ടിനെ മറച്ചുകൊണ്ടു തൂങ്ങിക്കിടക്കുന്നതായിരിയ്ക്കും. വായയുടെ മുൻഭാഗത്തായി പാർശ്വഭാഗങ്ങളിലേയ്ക്കു് ചേർത്തിട്ടുള്ള രണ്ടു താടകളുടെ വക്കുകൾ മൂർച്ചയുള്ള ഈർച്ചവാളിൻേറതുപോലെ ആകുന്നു. ഈ താടകളുടെ പിന്നിൽ ചെറിയതായ വേറെ രണ്ടു താടകൾക്കൂടിയും കാണാവുന്നതാണു്. ഈ താടകളുടെ സഹായത്താലാണു് വെട്ടുക്കിളി ആഹാരത്തെ മുറിച്ചു് ഭക്ഷിക്കുന്നതു്.

---

## അദ്ധ്യായം 7.

### ആഹാരം കഴിയ്ക്കുന്നതിൽ അനുഷ്ഠിയ്ക്കേണ്ടുന്ന ചില നിയമങ്ങൾ.

നമുക്ക് സുഖമായി ജീവിതം കഴിയ്ക്കേണമെങ്കിൽ ആഹാരവിഷയത്തിൽ ചില നിഷ്ഠകൾ ഉണ്ടായിരിയ്ക്കണം.

1. ആഹാരം കഴിയ്ക്കുന്നതിന്നു മുമ്പു കയ്യും കാലും മുഖവും വൃത്തിയായി കഴുകുക. നമ്മുടെ കൈകാലുകളിലും മുഖത്തിലും വായുവിലുള്ള നേരിയ പൊടികൾ പററിയിരിയ്ക്കാവുന്നതാണ്. ഈ പൊടികളിൽ രോഗബീജങ്ങൾ ഉണ്ടാകുവാൻ ഇടയുണ്ട്. ഈ അവയവങ്ങളെ കഴുകീട്ടില്ലെങ്കിൽ രോഗബീജങ്ങൾ ആഹാരത്തോടൊപ്പം ദേഹത്തിൽ കടന്ന് ദീനങ്ങൾ ഉളവാക്കും.

2. ആഹാരം എപ്പോഴും വൃത്തിയും സ്വാദും ഉള്ളതായിരിയ്ക്കണം. ആഹാരം പലവിധത്തിലും മലിനപ്പെടാം. നമ്മുടെ കിണ്ണം, ഇല എന്നിവ കഴുകി വൃത്തിയാക്കീട്ടില്ലെങ്കിൽ ആഹാരം മലിനപ്പെടും. കുടിയ്ക്കുവാൻ ഉപയോഗിയ്ക്കുന്ന കിണ്ടി മുതലായ പാനപാത്രങ്ങളും നല്ലവണ്ണം കഴുകണം. എച്ചിലാക്കി വെള്ളം, പാൽ മുതലായവ കുടിയ്ക്കുന്നതു് ശരിയല്ല. എച്ചിലിൽ രോഗബീജങ്ങൾ ഉണ്ടാകുവാൻ ഇടയുള്ളതുകൊണ്ടു് ചുണ്ടു തൊട്ടു് ഉപയോഗിച്ചിട്ടുള്ള ടംബ്ലർ ചൂടുവെള്ളംകൊണ്ടു് കഴുകണം. ഈച്ചകളും ആഹാരത്തെ മലിനപ്പെടുത്തുന്നു. ആകയാൽ ഇവ വന്നിരിയ്ക്കാത്തവിധത്തിൽ ഭക്ഷണസാധനങ്ങളെ മൂടിവെയ്ക്കണം. ഊണുകഴിയ്ക്കുന്ന സ്ഥലവും വൃത്തിയുള്ളതായിരിയ്ക്കേണ്ടതാ

ണ്. തളികയ്ക്കു് ചുററും വീണുകിടക്കാവുന്ന ഭക്ഷണപദാത്ഥങ്ങൾ എടുത്തു ഭക്ഷിയ്ക്കരുതു്.

3. ദേഹത്തിനെ പോഷിപ്പിയ്ക്കുന്ന ആഹാരമാണ് നാം ഉപയോഗിയ്ക്കേണ്ടതു്. ആഹാരത്തിൽ മുഖ്യമായ മൂന്നു സാരാംശങ്ങൾ ഉണ്ടായിരിയ്ക്കണം. അവ (i) ഔജസപദാത്ഥങ്ങൾ (Proteids), (ii) മാവുപദാത്ഥങ്ങൾ (Carbohydrates), (iii) കൊഴുപ്പുകൾ (Fats) എന്നിവയാകുന്നു. ഇവയ്ക്കു ഒരു പ്രത്യേക തോതുണ്ടെന്നു് ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ പറയുന്നു. അവരുടെ കണക്കുപ്രകാരം 125 ഗ്രാം ഔജസദ്രവ്യവും, 400 ഗ്രാം മാവുപദാത്ഥവും, 125 ഗ്രാം കൊഴുപ്പും ഒരുവൻെറ ഒരു ദിവസത്തെ ആഹാരത്തിൽ ഉണ്ടായിരിക്കണമത്രെ. ഈ ആഹാരസാരങ്ങൾക്കു് പുറമെ ധാതുലവണം (Mineral Salt), വെള്ളം, ജീവകങ്ങൾ (Vitamins) എന്നിവയും ഉണ്ടാകണം.

4. വിശപ്പില്ലാത്തപ്പോൾ ആഹാരം കഴിക്കരുതു്. ആഹാരം കഴിക്കുമ്പോളും വിശപ്പടക്കുവാൻ വേണ്ടിവരുന്നതു് മാത്രമെ കഴിയ്ക്കാവൂ; അല്ലാത്തപക്ഷം ദഹനക്കുറവുണ്ടാകും.

5. ദിവസേന കുറച്ചു പാൽ കുടിക്കേണ്ടതാണ്. കുട്ടികളുടെ വളച്ചയ്ക്കു് ഇതു് അത്യാവശ്യമാണ്; എന്തെന്നാൽ, ആഹാരസാരങ്ങളെല്ലാം പാലിൽ ഉണ്ടു്.

6. മില്ലിൽ കുത്തിയ അരി ഉപയോഗിയ്ക്കരുതു്. മില്ലരിയിൽ വിററാമിനുകൾ ഇല്ല. വിററാമിനുകൾ ഇല്ലാ

തെ വരുന്നതിനാൽ ബെറി-ബെറി (Beri-beri) എന്ന ഒരുവക ദീനം പിടിപെട്ടേയ്ക്കാം.

7. പച്ചിലക്കറികളും ഫലങ്ങളും ഭക്ഷിയ്ക്കണം. ഫലങ്ങളിൽ ജീവകങ്ങൾ ഉണ്ടായിരിയ്ക്കും. പച്ചിലക്കറികൾ മലബന്ധത്തെ നീക്കുവാൻ സഹായിയ്ക്കും. പഴുത്തളിഞ്ഞ പഴങ്ങളും വേവിയ്ക്കാത്ത കായ്കറികളും ഉപയോഗിയ്ക്കരുത്.

8. ആഹാരം കഴിയ്ക്കുന്ന സമയത്തിന്ന് ഒരു നിശ്ചയം ഉണ്ടായിരിയ്ക്കണം. ക്ലിപ്തസമയത്ത് ഉണ്ണുമ്പോൾ കുടൽമാലയ്ക്കും മററും ശരിയായി പ്രവൃത്തി എടുക്കുവാനുള്ള ഉന്മേഷം ഉണ്ടാവും. ഒരിയ്ക്കൽ ഊണുകഴിഞ്ഞിട്ട് ആറു മണിക്കൂർ കഴിഞ്ഞേ പിന്നേയും ഊൺ കഴിയ്ക്കാവു. കുട്ടികൾക്ക് ഒരു ദിവസത്തിൽ മൂന്നു പ്രാവശ്യം ഉണ്ണാം. പ്രായം ചെന്നവർ രണ്ടു പ്രാവശ്യത്തിലധികം ഉണ്ണരുത്.

9. ആഹാരത്തോടൊപ്പം വെള്ളം കുടിയ്ക്കുന്നതു നന്നല്ല. അങ്ങിനെ ചെയ്യുമ്പോൾ ആമാശയത്തിലെ ദീപനരസത്തിൻെറ വീര്യം ചുരുങ്ങി ഭക്ഷണം ദഹിക്കാതെ വരാം.

10. ലഹരിപദാൎത്ഥങ്ങൾ കഴിയ്ക്കരുത്. മദ്യം ആരും സേവിയ്ക്കരുത്. കാപ്പി, ചായ എന്നിവയിലും കുറച്ചു ലഹരിഭാഗം ഉണ്ട്. നിവൃത്തിയുണ്ടെങ്കിൽ ഇവയും ഉപേക്ഷിയ്ക്കേണ്ടവയാണ്. ശീലിച്ചുപോയവർ കഴിയ്ക്കുന്ന അളവും പ്രാവശ്യവും ചുരുക്കുവാൻ എങ്കിലും ശ്രമിയ്ക്കണം.

11. മസാല ഉപയോഗിയ്ക്കുന്നത് ചുരുങ്ങിയ തോതിൽ ആയിരിയ്ക്കണം. മുളക്, ഉള്ളി എന്നിവയിൽ മെല്പറഞ്ഞ സാരാംശങ്ങൾ ഇല്ല.

12. വളരെ ചൂടുള്ളതും വളരെ തണുപ്പുള്ളതുമായ ആഹാരം ഭക്ഷിയ്ക്കരുത്. അങ്ങിനെ ചെയ്യുമ്പോൾ വയററിൽ വേദന ഉണ്ടാവാൻ ഇടവരും.

13. ഊൺ കഴിഞ്ഞാൽ വായും പല്ലും കഴുകി ശുചി ആക്കേണ്ടതാണ്. അങ്ങിനെ ചെയ്യാതിരുന്നാൽ എച്ചിൽ പല്ലുകൾക്കിടയിൽ ഇരുന്ന് ദുഷിച്ച് രോഗമുണ്ടാക്കും.

14. ഊൺ കഴിഞ്ഞാൽ കുറച്ചെങ്കിലും വിശ്രമിക്കേണ്ടതാണ്. അഹാരം ആമാശയത്തിൽ എത്തുന്നതോടുകൂടിയാണ് ദീപനരസക്കുഴലുകളിൽ ചോരയോട്ടം അധികമായിരുന്നത്. ഈ സമയത്തിൽ നാം മററുവല്ല പ്രവൃത്തികൾ എടുക്കുന്നതുകൊണ്ട്, ആ പ്രവൃത്തി എടുക്കുന്ന അവയവങ്ങളിലേയ്ക്ക് രക്തം പ്രസരിച്ച് ആമാശയത്തിൽ അത് കുറവായ് ത്തീരുവാൻ ഇടഉള്ളതുകൊണ്ടാണ്, ഊൺ കഴിഞ്ഞാൽ കുറച്ചെങ്കിലും വിശ്രമിക്കേണ്ടതാണെന്നു പറഞ്ഞത്.

---

വിഭാഗം 2.

# ദേഹസംരക്ഷണവും വളർച്ചയും.

---

## അദ്ധ്യായം 1.

### മൃഗങ്ങൾക്ക് പരിസരപ്രദേശത്തോടുള്ള യോജിപ്പ്, അവയുടെ രക്ഷാമാർഗ്ഗങ്ങൾ, നിറം, അനുകരണം, വിഷസഞ്ചികൾ.

മൃഗങ്ങൾക്കും അവ ജീവിക്കുന്ന പ്രദേശങ്ങൾക്കും തമ്മിൽ വലിയ യോജിപ്പുണ്ട്. മണൽപ്രദേശങ്ങളിൽ കാണുന്ന ഞാഞ്ഞൂളിന്നു (ഭൂനാഗം-earthworm) ഒരു വെളുപ്പുനിറമാണ് ഉള്ളത്. ചരൽപ്രദേശത്തുള്ള ഞാഞ്ഞൂൾ കുറച്ചൊന്നു ചുവന്നിരിക്കും. നെൽച്ചെടിയിൽ കാണുന്ന വെട്ടുക്കിളി പച്ചനിറമുള്ളതായിരിയ്ക്കും; എന്നാൽ വെയ്ക്കോലിൽ കാണുന്ന വെട്ടുക്കിളിയുടെ നിറം വെയ്ക്കോലിൻേറതായിരിയ്ക്കും. തത്ത പച്ചനിറമുള്ളതാകയാൽ പച്ചയിലകൾക്കിടയിലിരിക്കുമ്പോൾ അതിനെ തിരിച്ചറിയുവാൻ സാധിക്കയില്ല. ശീതമേഖലയിലെ വെള്ളക്കരടിയെ ഹിമക്കട്ടയിൽനിന്നു തിരിച്ചറിയുന്നതു് വലിയ പ്രയാസമാണ്. മത്സ്യത്തിന്നു വെള്ളത്തിൽ നീന്തുവാൻ വേണ്ടിവരുന്ന സൌകര്യങ്ങൾ ഉണ്ട്. പക്ഷികൾക്കാകട്ടെ ആകാശത്തിൽ പറക്കുവാൻ പററിയ അവയവങ്ങൾ ഉണ്ട്. പാമ്പിന്നു കുററിക്കാടുകളിലും, പൊന്തകളിലും മററും എളുപ്പത്തിൽ ഇഴഞ്ഞുപോകുവാൻ പററിയവിധത്തിലാണ് അതിൻേറ ശരീരം. ഒട്ടകം മരുഭൂമിയിൽ വസിക്കുന്ന ജീവിയാണ്. അതിൻേറ കുളമ്പും, കാലും, മുതുകിലെ മുഴയും,

എല്ലാം മരുഭൂമിയിൽ ജീവിക്കുന്നതിന്ന് ഒത്തവയാണ്. ഇങ്ങിനെ ജീവികൾ അതാതുസ്ഥലങ്ങളിൽ കഴിച്ചുകൂട്ടത്തക്കവണ്ണമുള്ള അവയവങ്ങളോടുകൂടിയവയാണ്.

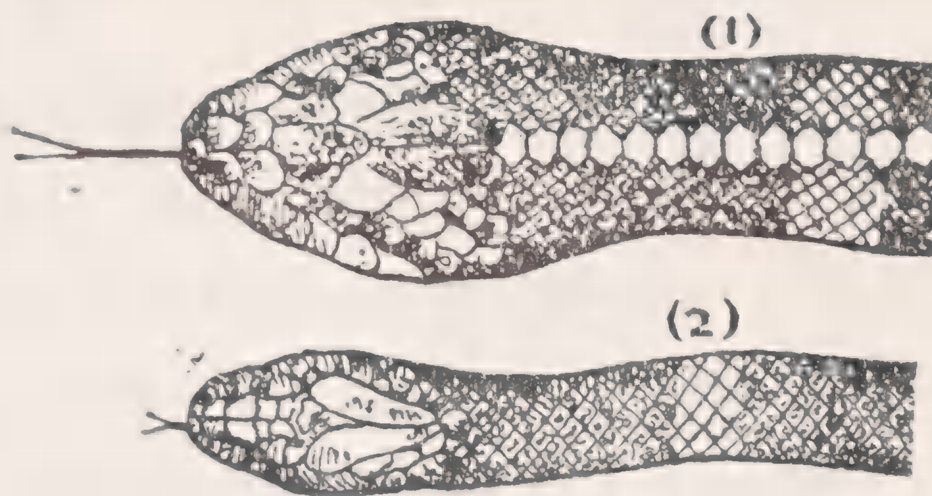
പ്രകൃതിയിൽ ജീവികൾ തമ്മിൽ വലിയ പോരാട്ടം നടക്കുന്നു. ശക്തിയേറിയവ ശക്തികുറഞ്ഞവയെ ഇരയാക്കുന്നു കഴിവുള്ളപക്ഷം ശത്രുക്കളിൽനിന്ന് രക്ഷപ്പെടുവാൻ വേണ്ടതെല്ലാം ചെയ്യുന്നതിന്ന് ജീവികൾ ശ്രമിക്കുന്നതാണ്. ശക്തികുറഞ്ഞ ചിലജീവികൾ തങ്ങളുടെ നിറമുള്ള സാധനങ്ങളുടെ ഇടയിൽ വസിക്കുന്നതു് ശത്രുക്കളുടെ ദൃഷ്ടിയിൽ പെടാതിരിപ്പാനാണ്. ചിലവ ശത്രുക്കളുടെ സമ്പ്രദായത്തെ അനുകരിയ്ക്കുന്നു. വേറെ ചിലവയ്ക്കു് കൊമ്പു്, തേററ, വിഷസഞ്ചികൾ മുതലായവയുണ്ട്.

നിറം. വരിയൻപുലി ഇരപിടിയ്ക്കുന്നതു് പൊന്തകളിൽ ഒളിഞ്ഞിരുന്നിട്ടാകുന്നു. അവയുടെ നിറം ഉണങ്ങിയ പുല്ലിൻേറതാണ്. ആയതിനാൽ മററുജന്തുക്കൾക്ക് ഈ ജീവി പതുങ്ങിയിരിക്കവെ അതിനെ തിരിച്ചറിയുവാൻ കഴിയുന്നില്ല. ആശാരി (Praying mantis) എന്ന ജന്തു ഇലയിൽ കാലുപൊന്തിച്ച് അനങ്ങാതെ ഇരിക്കുമ്പോൾ ശത്രുക്കൾ അതിനെ അറിയുകയില്ല. ഇര അടുത്തുവരുമ്പോൾ ഇതു് അതിനെ പിടിച്ചുതിന്നും. ഇങ്ങിനെ ചില ജീവികളുടെ നിറം അവയ്ക്കു് ഇരപിടിയ്ക്കുന്നതിന്ന് അനുകൂലമായ വിധത്തിലാണുള്ളതു്.

വേറെ ചില ജന്തുക്കളുടെ നിറം അവയുടെ രക്ഷയ്ക്കു് ഉതകുന്ന വിധത്തിലാണ്. ശത്രുക്കളെപററിക്കുവാൻവേണ്ടി

പച്ചോന്തു് ഒരു പണി ചെയ്യുന്നു. പച്ചനിറമുള്ള ഇലകളിന്മേൽ ഇരിയ്ക്കുമ്പോൾ അതിന്നു് പച്ചനിറമായിരിയ്ക്കും; ഉണങ്ങിയ ഇലകളിന്മേൽ ഇരിയ്ക്കുമ്പോൾ ആ ഇലയുടെ നിറംതന്നെ അതിന്നു ഉണ്ടായിരിയ്ക്കും; മണലിൽ വസിയ്ക്കുമ്പോൾ മണലിൻെറ നിറമാണു് ഉണ്ടായിരിക്കുക.

**അനുകരണം.** നമ്മുടെ ഇടയിൽ അശക്തന്മാർ ശത്രുക്കളിൽനിന്നു് രക്ഷപ്പെടേണ്ടതിലേയ്ക്കു് കപടവേഷം കെട്ടി ശക്തിമാന്മാരെന്നു് നടിക്കുക പതിവുണ്ടല്ലൊ. ജന്തുക്കൾക്കിടയിലും ഈ സമ്പ്രദായം കണ്ടുവരുന്നു ഈ സമ്പ്രദായത്തെയാണു് അനുകരണം (mimicry) എന്നു പറയുന്നതു്. തെയ്യിപ്പാമ്പിൻെറ (Wolf Snake) ഉടലിൽ ചില കള്ളികൾ കാണാം ഈ കള്ളികൾ ഏകദേശം വെള്ളി




ചിത്രം 6.
1. വെള്ളിക്കട്ടൻ. 2. തെയ്യിപ്പാമ്പു്.

ക്കട്ടൻപാമ്പിൻെറ മേൽ ഉള്ളതുപോലെയാണു്. (ചിത്രം 6 നോക്കുക.) വെള്ളിക്കട്ടൻ വിഷമുള്ള ഒരു ജന്തുവാണു്. തെയ്യിപ്പാമ്പിന്നു വിഷമില്ല. അതിൻെറ ദേഹത്തിലുള്ള കള്ളികൾമൂലം അതു വെള്ളിക്കട്ടനായിരിക്കുമൊ എന്നു സംശയിച്ചു് ശത്രുക്കൾ പേടിച്ചൊഴിയുന്നു. സപ്പം തല

പൊന്തിച്ചു പിടിക്കുന്നു. നീക്കോലിയും തലപൊന്തിച്ചുവരുന്നത് ശത്രുക്കളെ ഭയപ്പെടുത്തുവാനായിരിക്കാം. ചില ചിത്രശലഭങ്ങൾ കടന്നലി (Wasp) ൻെറ വേഷം കയ്ക്കൊള്ളുന്നു. ഈ അനുകരണവും അതിൻെറ രക്ഷക്കുവേണ്ടിയാകുന്നു. പാററകളിൽ ചിലവയുടെ ദേഹത്തിൽനിന്ന് ഒരു ദുർഗ്ഗന്ധം പുറപ്പെടുന്നു. അപ്പോൾ പക്ഷികൾ അവയെ തൊടുകയില്ല. ഈ സംഗതി അറിഞ്ഞിട്ടോ എന്നു തോന്നുമാറ് ചില ചിത്രശലഭങ്ങൾക്ക് ഇങ്ങിനത്തെ ചില പാററകളുടെ രൂപം ഉള്ളതായ്ക്കാണുന്നു. അതിനാലാണ്, ദുർഗ്ഗന്ധം പുറപ്പെടുവിക്കുന്ന പാററകളെന്നുകരുതി ശത്രുക്കൾ ഇവയെ പിടിക്കാതെ വിട്ടുപോകുന്നത്.

**വിഷസഞ്ചികൾ.** തേൾ (Scorpion) കടന്നൽ (Wasp) കലിക്കുന്നൻ അല്ലെങ്കിൽ പഴുതാര, (Centipede) സർപ്പം (Cobra) വരിയൻപാമ്പ് (Viper) വെള്ളിക്കട്ടെൻ (Krait) എന്നിവയ്ക്കെല്ലാം വിഷമുണ്ട്. വിഷം ഏല്പിക്കുന്ന പാമ്പുകൾക്ക് മേൽച്ചുണ്ടിന്നുപരിയായി വിഷം നിറയുന്ന രണ്ടു കുഴല (gland) കൾ ഉണ്ട്. ഓരോ കുഴലയിൽനിന്നും വിഷം ഒരു കുഴൽവഴിയായി വിഷപ്പല്ലിലേയ്ക്കുവരുന്നു. ഈ പല്ലു നീളമുള്ളതും പൊള്ളയായതും ആകുന്നു. പല്ലിലെ ചാലിൻെറ അററത്ത് ഒരു ചെറുദ്വാരമുണ്ടാകും. ഈ വിഷപ്പല്ലുകളെ ഉപയോഗിക്കാത്തപ്പോൾ ദ്വാരം മേല്പോട്ടാകത്തക്കവണ്ണം പാമ്പ് പല്ലുകളെ മടക്കി വായിൽ വെയ്ക്കുന്നു. ഉപയോഗിക്കേണ്ടിവരുമ്പോൾ ഇവ പല്ലുകളെ നിവത്തിപ്പിടിക്കുന്നു. അപ്പോൾ ഇവയിൽക്കൂടി വിഷം ഒഴുകുന്നതാണ്. പാമ്പ് കടിക്കുന്ന സമയത്തിൽ ഈ വിഷപ്പല്ലു

കൾ മാംസത്തിൽ പതിയുന്നു. അവയിൽകൂടി വിഷം ചോരയിൽ ചേരുന്നു. അതിനാൽ മോഹാലസ്യം ഉണ്ടാകുന്നു. വിഷം ഉഗ്രമായതാണെങ്കിൽ മരണംകൂടി നേരിടും.

തേളിന്നുള്ള വിഷസഞ്ചി അതിന്റെ വാലിന്റെ അററത്താകുന്നു വിഷം ഉരുക്കൂട്ടുന്ന രണ്ടുകഴലകളുണ്ട്. അവയിൽനിന്ന് വാലിന്റെ അററത്ത് വിഷം വന്നുനിറയുന്നു. തേൾ 'കുത്തു'മ്പോൾ വാലു ഉയർത്തിപ്പിടിക്കുന്നത് നിങ്ങൾ കണ്ടിരിക്കാം. ദേഹത്തിന്റെ മുമ്പിലുള്ള രണ്ടിറുക്കികൾ (nippers)കൊണ്ട്, ശത്രുവിനെ ഇതു് പിടിച്ചുനിർത്തുന്നു. ആഹാരസമ്പാദനത്തിനുവേണ്ടിയാണ് ഇതു് ഇങ്ങിനെ ചെയ്യുന്നതു്. ഇതിന്ന് കട്ടിയായ ആഹാരം കഴിക്കുവാൻ സാധിയ്ക്കുകയില്ല; ഇതു് ഇരയുടെ ചോരകുടിക്കുകയാണ് ചെയ്യുന്നതു്. കൂറ (Cockroach) മുതലായ ചെറിയ പ്രാണികളുടെ ചോര ഇതു് വലിച്ചുകുടിക്കുന്നു. പിടിയിൽനിന്ന് ഇരവിട്ടുപോകാതിരിക്കുവാനാണ് ഇതു് കുത്തുന്നതു്. തേളിന്റെ കുത്ത് ഏററു് നമുക്ക് വേദന ഉണ്ടാകും. അതു് ഒരു ദിവസത്തോളം നീണ്ടുനിന്നേയ്ക്കാം. ചിലപ്പോൾ കുത്തേററു് മരണംകൂടി സംഭവിയ്ക്കാം.

എട്ടുകാലി, കലിക്കുന്നൻ എന്നിവയും വിഷമുള്ള ജീവികളാകുന്നു. ഇവയുടെ വിഷസഞ്ചികൾ വായയുടെ ഇരുഭാഗത്തുംആണിരിക്കുന്നതു്. ഇവ ഇരയെ മോഹാലസ്യപ്പെടുത്തിക്കൊല്ലുന്നു. എട്ടുകാലി ചോരകുടിക്കുന്നു; പഴുതാര ഇരയെ ചെറിയ കഷണമാക്കിത്തിന്നുന്നു.

---

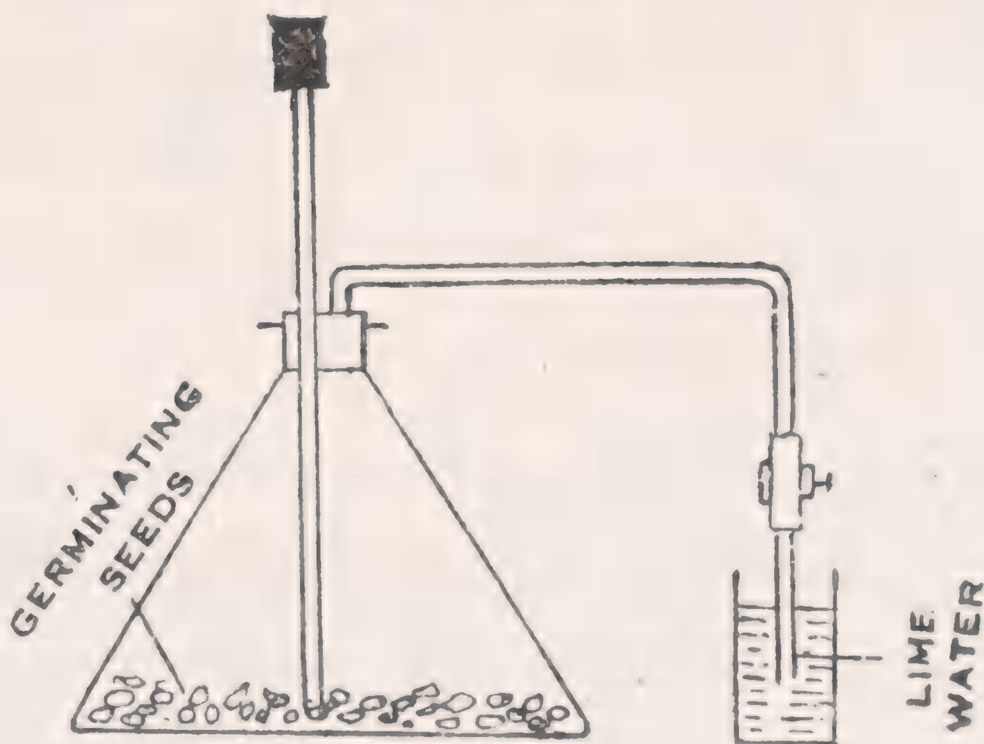
## അദ്ധ്യായം 2.

### സസ്യങ്ങളുടെ ശ്വാസോച്ഛ്വാസം.

മനുഷ്യരും മററുള്ള ജന്തുക്കളും ശ്വസിയ്ക്കുന്നതുപോലെതന്നെ സസ്യങ്ങളും ശ്വസിക്കുന്നു. നല്ലവായു ജന്തുക്കൾ ഉൾക്കൊള്ളുന്നു. അംഗാരക-ദ്വി-പ്രാണയുതിയെ അവ പുറത്തേയ്ക്കുവിടുന്നു.

ഇതുപോലെ സസ്യങ്ങളും ശ്വാസോച്ഛ്വാസം ചെയ്യുന്നുണ്ടെന്ന് പരിശോധനകൾമൂലം മനസ്സിലാക്കാം.

ഒരു ഫ്ലാസ്കും അതിന്നുപററിയ ഒരു കാക്കും എടുക്കുക. കാക്കിൽക്കൂടി രണ്ടുകുഴലുകൾ കടത്തുക. നീളമുള്ള കുഴൽ ഫ്ലാസ്കിൻെറ അടിയിൽ എത്തേണ്ടതാണ്. ഈ കുഴലിൻെറ മുകൾഭാഗം ഒരു ഫണലിൻെറ വിസ്താരമുള്ള




ചിത്രം 7.

ഭാഗംപോലെ ഇരിക്കേണ്ടതാണ്. മറേറകുഴൽ ഫ്ലാസ്കിൻെറ ഉള്ളിലേക്ക് അധികം താണിരിയ്ക്കരുത്. ഈ കുഴ

ലിനെ ചിത്രത്തിൽ (ചിത്രം 7) കാണിച്ചിരിയ്ക്കുന്നപോലെ ഒരു റബ്ബർകുഴലിനോടുചേർക്കുക. റബ്ബർ കുഴലിനെ ഒരു ക്ലിപ്പ് (clip) കൊണ്ടു അമർത്തിവെക്കുക. ഫ്ലാസ്കിന്നുള്ളിൽ മുളച്ചുവരുന്ന കുറെ വിത്ത് ഇടുക. നീളമുള്ള കുഴലിൻെറ മേൽഭാഗം വേറൊരു കാക്കുകൊണ്ടു മൂടുക. രണ്ടു ദിവസം കഴിഞ്ഞു് ഫ്ലാസ്കിലെ ചെറുകുഴലോട് ചേർത്തിട്ടുള്ള റബ്ബർ കുഴലിൻെറ അററത്തിൽ ഒരു ചെറുകുഴൽ ചെലുത്തി അതിൻെറ തുറന്ന അററം ഒരു ബീക്കറിലെ ചുണ്ണാമ്പുവെള്ളത്തിൽ താഴ്ത്തുക. അമർത്തി (clip) അയച്ചുവിട്ട് ഫണലിലെ കാക്ക് നീക്കീട്ട് ഫ്ലാസ്കിലേയ്ക്കു് വെള്ളം ഒഴിയ്ക്കുക. അപ്പോൾ ബീക്കറിലെ ചുണ്ണാമ്പുവെള്ളം പാൽനിറമുള്ളതായ്ത്തീരുന്നു.

ചുണ്ണാമ്പുവെള്ളം പാൽനിറമുള്ളതാവാൻ അംഗാരക-ദ്വി-പ്രാണയുതി (Carbon-di-oxide) വേണം. ആയതിനാൽ, ഫ്ലാസ്കിൽനിന്നു് അംഗാരക-ദ്വി-പ്രാണയുതി പുറപ്പെട്ട് ചുണ്ണാമ്പുവെള്ളത്തോട് യോജിച്ചിരിയ്ക്കണം. ഫ്ലാസ്കിലെ മുളയ്ക്കുന്ന വിത്തായിരിയ്ക്കണം ഈ വാതകത്തെ ഉത്ഭവിപ്പിച്ചിരിയ്ക്കുക.

മുളച്ചുപൊന്തുന്ന വിത്തുകൾക്കു പകരം ചെടിയുടെ കൊമ്പു്, മൊട്ട് മുതലായ ഏതെങ്കിലും ഭാഗങ്ങൾ ഫ്ലാസ്കിൽ ഇട്ട് ഇതേ പരിശോധന നടത്താം. അപ്പോഴും ഇതേ ഫലംതന്നെയാണു് കിട്ടുക.

ആയതിനാൽ സസ്യങ്ങൾ മനുഷ്യരെപ്പോലെ ശ്വസിയ്ക്കുന്നു. എന്നാൽ സസ്യങ്ങൾക്കു് ജീവികൾക്കുള്ളപോ

ലെ പ്രത്യേകമായ ശ്വാസനേന്ദ്രിയമില്ല. സസ്യങ്ങളുടെ സൎവ്വഭാഗങ്ങളും ശ്വാസോച്ഛ്വാസം ചെയ്യുന്നു.

സസ്യങ്ങൾ ജീവികളെപ്പോലെ ശ്വാസോച്ഛ്വാസം ചെയ്യുന്നതോടുകൂടി (ഒന്നാംഭാഗത്തിലെ അഞ്ചാമദ്ധ്യായത്തിൽ പറഞ്ഞിട്ടുള്ളതുപ്രകാരം) പകൽസമയത്തു് അവ ജീവികൾ പുറത്തേയ്ക്കു വിടുന്ന അംഗാരക-ദ്വി-പ്രാണയുതിയിൽ ചില മാററങ്ങൾ വരുത്തി തങ്ങൾക്കു് ആവശ്യമുള്ള ഭാഗത്തെ സ്വീകരിച്ചു് പ്രാണവായുവെ പുറത്തേയ്ക്കു വിടുന്നു.

---

## അദ്ധ്യായം 3.

### ആകർഷണം, സൂര്യപ്രകാശം, ജലസമ്പാദനം എന്നിവയെ അശ്രയിച്ച് ചെടികളിൽ കാണുന്ന വളച്ചകൾ— നിദ്രയെ സംബന്ധിച്ച ചലനം.

മുളച്ചുതുടങ്ങുന്ന വിത്തിലെ ബീജവേര് ഭൂമിയുടെ ഉള്ളിലേയ്ക്കു് നീണ്ടുപോകുന്നു. എന്നാൽ തടിയായി വളരുന്ന ഭാഗം ഭൂമിയുടെ ആകർഷണത്തിന്നു് (Gravity) വിപരീതമായുമാണു് വളരുന്നതു്.

ബീജവേര് കീഴ്പ്പോട്ടു് ഭൂമിയുടെ ആകർഷണത്തെ അനുസരിച്ചു് വളരുന്നുവെന്നു് കാണിയ്ക്കുവാൻ ഒരു പരിശോധന നടത്തുക. ഒരു ബീക്കറിൽ ഒരു ഒപ്പുകടലാസ്സ് ചരിച്ചു വെയ്ക്കുക. മുളച്ചുപൊന്തുന്ന ഒരു വിത്തെടുത്തു് ഒപ്പുകടലാസ്സിന്മേൽ മൊട്ടുസൂചികൊണ്ടു് തറച്ചുനിർത്തുക. ബീജവേരിൻെറ അഗ്രം ഈ അവസരത്തിൽ, മേല്പോട്ടോ, ചക്രവാളരേഖയ്ക്കു് സമാന്തരമായിട്ടോ ഇരിയ്ക്കട്ടെ. ഒപ്പുകടലാസ്സ് കൂടക്കൂടെ നനയ്ക്കുക. രണ്ടുദിവസം കഴിഞ്ഞു് ബീജവേരു് എന്തുചെയ്തിരിയ്ക്കുന്നുവെന്നു് പരിശോധിയ്ക്കുക. അതു് വളഞ്ഞു് കീഴ്പ്പോട്ടു് വന്നിരിയ്ക്കുന്നതായി കാണാം.



ചിത്രം 8.

a ലംബമായിരിയ്ക്കുന്ന ചട്ടി.

ഭൂമിയുടെ ആകർഷണത്തിന്നു് വിപരീതമായിട്ടാണു് തടി വളരുന്നതു്. ചട്ടിയിൽ വളരുന്ന ഒരു പൂച്ചെടിയെടുക്കുക. ചട്ടിയുടെ വായ ലംബതലത്തിൽ ഇരിയ്ക്കത്തക്കവണ്ണം ചട്ടി കിടത്തിയിടുക (ചിത്രം 8). നാലഞ്ചുദിവസം

കഴിഞ്ഞു് ചെടി പരിശോധിയ്ക്കുക. ചെടിയുടെ തണ്ടു് മേല്പ്പോട്ടു് വളഞ്ഞിരിയ്ക്കുന്നതു് കാണാം.

ആയതിനാൽ വേരു് ഭൂമിയുടെ ആകൎഷണഭാഗത്തേയ്ക്കും തടി ഭൂമിയുടെ ആകൎഷണത്തിന്നു് വിപരീതമായും വളരുന്നു.

ഇതിന്നും പുറമെ വേറൊരുവിധത്തിലും ചെടികൾക്കു വളൎച്ച കാണാം. തടിയും ഇലയും സൂൎയ്യപ്രകാശമുള്ള ദിക്കിലേക്കാണു് നീണ്ടു വളരുന്നതു്. ഒരു ചെടിയിൽ വളരുന്ന ഇളയ സസ്യത്തെ ഒരു ചില്ലലമാറിയിൽ വെളിച്ചം കുറവുള്ള ഭാഗത്തായി വെയ്ക്കുക. രണ്ടുമൂന്നു ദിവസം കഴിഞ്ഞു് അലമാറിയിൽ വെച്ച ചെടി പരിശോധിയ്ക്കുക. ചെടിയുടെ തടിയും ഇലയും ഗ്ലാസ്സുഭാഗത്തേയ്ക്കു് വളഞ്ഞുവന്നിരിയ്ക്കുന്നതായി കാണാം. ഗ്ലാസ്സുഭാഗത്തിൽക്കൂടിയാണല്ലോ വെളിച്ചം അലമാറിയുടെ ഉള്ളിലേയ്ക്കു പോകുന്നതു്.

അതുകൊണ്ടു് സസ്യത്തിൻെറ തടിഭാഗവും ഇലയും സൂൎയ്യപ്രകാശമുള്ള ദിക്കു നോക്കി വളരുന്നുവെന്നു് മനസ്സിലാക്കാം.

സസ്യങ്ങളുടെ വേരുകൾ വെള്ളമുള്ള ഭാഗത്തേയ്ക്കു് വളൎന്നുചെല്ലും. ഒരു കമ്പിവലത്തട്ടിൽ ഈൎച്ചപ്പൊടി ഇടുക. അതിൽ മുളയ്ക്കുന്ന വിത്തുകൾ പാവുക. തട്ടു് വായുവിൽ തൂങ്ങിനില്ക്കത്തക്കവണ്ണം കെട്ടിത്തൂക്കുക. ഈൎച്ചപ്പൊടിയിൽ വെള്ളം ഒഴിയ്ക്കുക. ആദ്യത്തിൽ കമ്പിവലയിലെ ദ്വാരത്തിൽക്കൂടി തൈയിൻെറ വേരുകൾ ചോട്ടിലേയ്ക്കു് വരുന്നതായിക്കാണാം. അഞ്ചെട്ടുദിവസത്തോളം ദിവസംപ്രതി സസ്യത്തെ പരിശോധിയ്ക്കുക. ചോട്ടിലേയ്ക്കു് വന്ന വേരു്

നനവുള്ള ഈച്ച്പ്പൊടി ഭാഗത്തേയ്ക്കു് പോകുവാൻ ശ്രമിയ്ക്കുന്നതു് കാണാം.

ഇതേ സംഗതി പ്രകൃതിയിൽനിന്നും പഠിയ്ക്കാവുന്നതാണു്. കുളത്തിൻേറയോ, തോട്ടിൻേറയോ, പുഴയുടേയോ വക്കത്തു് ചെന്നു് നോക്കുന്നതായാൽ കരയിൽ വളരുന്ന മരങ്ങളുടെ വേരുകളെല്ലാം വെള്ളമുള്ള സ്ഥലത്തിലേയ്ക്കു് മണ്ണു് തുരന്നുവരുന്നതു് നിങ്ങൾ കണ്ടിരിയ്ക്കുവാൻ ഇടയുണ്ടാകും.

ആയതിനാൽ സൂര്യപ്രകാശം, ഭൂമിയുടെ ആകഷണം, ജലസാമീപ്യം എന്നിവയുള്ള ഭാഗത്തെ അനുസരിച്ച് സസ്യങ്ങൾക്കു് ചലനങ്ങൾ ഉണ്ടെന്നു് നാം ഓമ്മിക്കേണ്ടതാകുന്നു.

ഈ ചലനങ്ങൾക്കു പുറമെ രാത്രിയിലും, നട്ടുച്ചസമയത്തും ഇലകളിൽ വേറൊരുമാതിരിയിലുള്ള ചലനവും കാണുന്നുണ്ട്. തകര, പുളി എന്നിവയുടെ ഇലകൾ രാത്രിയിൽ ചരിഞ്ഞോ മടങ്ങിയോ ഇരിയ്ക്കും. നട്ടുച്ചസമയത്തു് അവരച്ചെടിയുടെ ഇലകൾ കീഴ്പോട്ടു് തൂങ്ങിക്കിടക്കുന്നു. 'നിദ്രയെ സംബന്ധിച്ച ചലനം' എന്നാണു് ഇവയെ പറഞ്ഞുവരാറുള്ളതു്.

ചെടികളുടെ ഈ ചലനങ്ങൾ ചെടികളെ മുളപ്പിയ്ക്കുന്ന വിഷയത്തിൽ നമ്മെ വളരെ സഹായിയ്ക്കുന്നു. ഈ ചലനങ്ങൾ ഇല്ലെങ്കിൽ വിത്തു് കുഴിച്ചിടുമ്പോൾ നാം അത്യധികം മനസ്സിരുത്തേണ്ടിവരും. ഈ ചലനങ്ങളുള്ളതിനാൽ വിത്തുകളെ നാം എങ്ങിനെ കുഴിച്ചിട്ടാലും അവ വേണ്ടമട്ടിലേ മുളച്ചുവരുകയുള്ളൂ.

# അദ്ധ്യായം 4

## പരിസരങ്ങൾക്കനുസരിച്ച് ചെടികളിൽ കാണുന്നമാററം—ചതുപ്പുപ്രദേശങ്ങളിലും, വെള്ളത്തിലും, മരുഭൂമികളിലും വളരുന്ന സസ്യങ്ങൾ.

ചെടികൾ നാം എല്ലാമാതിരി സ്ഥലങ്ങളിലും കാണാറുണ്ട്. ചിലവ മണൽപ്രദേശങ്ങളിൽ വളരുന്നവ ആകുന്നു. ചിലവ വെള്ളത്തിൽ വളരുന്നു. വേറെ ചിലവയ്ക്കു് ചളിപ്രദേശമാണ് പററിയത്. മററുചിലവ മരുഭൂമികളിലാണ് കണ്ടുവരുന്നത്. ഇവയുടെ സമ്പ്രദായങ്ങളെല്ലാം ഒരേ മാതിരിയിലുള്ളവയല്ല. പരിസരങ്ങൾക്കനുസരിച്ച് ചെടികളിൽ ചില വ്യത്യാസങ്ങൾ കാണുന്നു. തടി, വേരു്, ഇല എന്നിവയുടെ ആകൃതിയിൽ ആണ് ഈ മാററങ്ങൾ അധികമായിക്കാണുന്നത്.

**ചതുപ്പുപ്രദേശങ്ങളിലെ ചെടികൾ.** ചതുപ്പുപ്രദേശത്തിലെ മണ്ണ്, വെള്ളം വേണ്ടതിലധികം കുടിച്ച കളിമൺ ആയിരിക്കും. ഈ മണ്ണിൽ വായുപ്രസരം തീരെ ഉണ്ടാകുകയില്ല. ആയതിനാൽ ശ്വാസിക്കുവാൻ വേരുകൾക്ക് ചളിയുടെ മീതെ ചില സൌകര്യങ്ങൾ വേണം. ചതുപ്പുപ്രദേശത്തിൽ വളരുന്ന ചെടികൾക്കു് ചളിയുടെ മീതെ നിണ്ടുനില്ക്കുന്ന വേരുകൾ കാണാം. ഇവ ചെടിക്ക് ഒരു രക്ഷയായിത്തീരുന്നു. ഈ വേരുകളിൽ വായുസുഷിരങ്ങളുണ്ടായിരിക്കും.

ചതുപ്പുപ്രദേശങ്ങൾ രണ്ടുവിധത്തിലുള്ളവയാണ്. അവ 1) ശുദ്ധജലാശയങ്ങൾക്കടുത്തുള്ള ചതുപ്പുനിലങ്ങൾ

2) ഉപ്പുവെള്ളത്തിൻെറ അടുക്കെയുള്ള ചതുപ്പുനിലങ്ങൾ എന്നിവയാകുന്നു. ശുദ്ധജലത്തിൻെറ അടുക്കെയുള്ള ചതുപ്പുനിലങ്ങളിൽ വളരുന്ന ഒരു സസ്യമാണ് നെല്ല്. വെള്ളം യഥേഷ്ടം കിട്ടുന്ന പ്രദേശമാകയാൽ ഇങ്ങിനത്തെ ദിക്കിൽ വളരുന്ന ചെടികളുടെ ഇലകൾക്ക് കനം കുറഞ്ഞിരിക്കും. ഇലകളിൽ സാധാരണയായ് കണ്ടുവരുന്ന സൂക്ഷ്മസുഷിരങ്ങളുടെ എണ്ണം അധികരിച്ചിരിക്കും. വായുശേഖരത്തിന്നുവേണ്ടി വരുന്ന സ്ഥാനങ്ങൾ തണ്ടിൽ കാണുന്നതായിരിക്കും.

ഉപ്പുവെള്ളത്തിന്നരികെയുള്ള ചതുപ്പുനിലങ്ങളിലെ മണ്ണിൽ നനവും ഉപ്പും ഉണ്ടാകും. ഉപ്പുവെള്ളം ചെടിക്കു പററിയതല്ല. ആയതിനാൽ ഈ പ്രദേശങ്ങളിൽ വളരുന്ന ചെടികളിൽ ഉപ്പുവെള്ളം അകത്തേയ്ക്കു കടക്കാതിരിയ്ക്കു ത്തക്കവണ്ണം ചെടികളുടെ പുറംപോള വളരെ കട്ടിയുള്ളതായിരിയ്ക്കും. ഈ ചെടികളുടെ ഇലകൾ വീതികുറഞ്ഞതായുമിരിയ്ക്കും. ഉപ്പുവെള്ളത്തിന്നരികെയുള്ള ചതുപ്പുനിലങ്ങളിൽ വളരുന്ന ഒരു ചെടിയാകുന്നു അവിസെനിയാ (Avicennia) എന്നതു്.

**വെള്ളത്തിൽ വളരുന്ന ചെടികൾ.** കുളച്ചുണ്ടി, താമര, ആമ്പൽ, കുളവാഴാ, ചെങ്കഴിനീർക്കിഴങ്ങ് എന്നിവയെല്ലാം വെള്ളത്തിൽ വളരുന്ന ചെടികളാകുന്നു. ഇവയിൽ രണ്ടുതരം ചെടികളുണ്ടു്. ഒരുവക ച്ചെടികൾ വെള്ളത്തിന്നുള്ളിൽതന്നെ വളരുന്നവയാണ്. താമര, ആമ്പൽ, ചെങ്കഴിനീർക്കിഴങ്ങ് എന്നിവ ഇത്തരം ചെടി

കൾക്കുദാഹരണങ്ങളാകുന്നു. ഇവയിൽ ചിലവയുടെ വേരു് അടിതൊട്ടിരിയ്ക്കുയില്ല. (ഉദാ:- ചെങ്കഴിനീർക്കിഴങ്ങ്) വെള്ളത്തിൽ മുങ്ങിഇരിക്കുന്ന ചെടികളിൽ താഴെ പ്രസ്താവിക്കുന്ന സംഗതികൾ കാണാവുന്നതാണ്. ഇവയുടെ ഇല ചെറിയവയായിരിയ്ക്കും. വിരലുകൾപോലെ ഇലകളിൽ പലഭാഗങ്ങൾ ഉണ്ടാകും. വേരുകൾക്ക് വലിയ ബലം ഉണ്ടാവുകയില്ല. ആണിവേരു് ഇവയ്ക്കു് തീരെ ഇല്ലെന്നു തന്നെ പറയാവുന്നതാണ്. വെള്ളത്തിന്മീതെ ഇലകളോട്ടുകൂടിയിരിയ്ക്കുന്ന സസ്യങ്ങളുടെ ഇലകൾക്ക് നല്ലവിസ്താരമുണ്ടാകും. ഒരു തണ്ടിന്മേൽ ഒരു ഇല മാത്രമെ ഉണ്ടാവുകയുള്ളൂ. തടിയ്ക്കു് ബലം ചുരുങ്ങും. തണ്ടിൽ വായു ശേഖരിക്കുന്ന ഭാഗങ്ങൾ കാണാവുന്നതാണ്. ഇലയുടെ മുകളിലാണ് (ചോട്ടിലല്ല) ചെറിയ ദ്വാരങ്ങളുള്ളതു്. ഇവ വളരെ ഉണ്ടാവുകയില്ല. ഇവയിൽക്കൂടിയാണ് വായു, ചെടിയുടെ പച്ചില മണിക (chlorophyll granules) ളിൽ ചെന്നു ചേരുന്നതു്. ഇലകളുടെ മേൽഭാഗത്തു് മെഴുകുതേച്ചപോലെ മിനുസമായിരിക്കും. വെള്ളംവീണാൽ ഇവയ്ക്കു് നനവുതട്ടുകയില്ല. ഇലകളുടെ അടിഭാഗം വയലററു് (violet) നിറമുള്ളതായിരിക്കും.

വെള്ളത്തിലുള്ള ചില ചെടികൾ മാംസഭോജികളാകുന്നു. ശിശിരപത്രം എന്ന ചെടി ഇതിന്നുദാഹരണമാകുന്നു. ഈ ചെടിയിൽ ചെറിയ കുഴലുകളുണ്ടു്. ഇവ വെള്ളത്തിലെ ജീവികളെ ആകർഷിച്ചു് അവയുടെ ചോര വലിച്ചെടുക്കും. ഈ ചോരയാണ് സസ്യത്തിന്റെ വളച്ച്യയ്ക്കു് ഉപകരിയ്ക്കുന്നതു്.

**മരുഭൂമിയിലെ ചെടികൾ.** മരുഭൂമികളിൽ വെള്ളത്തിന്നു ക്ഷാമമുണ്ടു് വെള്ളംകൂടാതെ ചെടികൾക്കു ഒരു ദിവസംപോലും കഴിച്ചുകൂട്ടുവാനും കഴിയുകയില്ല. ആയതിനാൽ ഇവിടെയുള്ള ചെടികൾ അവയുടെ തടിയിലും മററും ഉള്ള വെള്ളത്തെ വേഗം കളയുകയില്ല. ഈ ആവശ്യത്തിന്നായി മരുഭൂമിയിലെ ചെടികൾക്കു വീതി ചുരുങ്ങിയ ഇലകളാണു് ഉണ്ടായിരിയ്ക്കുക. കാററാടിമരം (ചവോക്ക്-Causarina) കോൽക്കള്ളി, വേപ്പു് എന്നിവ ഉദാഹരണങ്ങളാകുന്നു. മരുഭൂമികളിലെ ചില ചെടികളിൽ അവയുടെ തടിമുതലായ ഭാഗങ്ങൾ വളരെ വെള്ളം ശേഖരിച്ചുവെയ്ക്കുന്നു. ഇങ്ങിനത്തെ ചെടികൾക്കു ഇലകൾ നന്നെ കുറവായിരിയ്ക്കും. ഈ വെള്ളം ആവിയായി പോകാതിരിപ്പാൻ അവയുടെ പുറംതൊലി വളരെ കട്ടിയുള്ളതായിരിയ്ക്കും. ചട്ടുകക്കള്ളി, കററവാഴ, എന്നിവ ഇവയ്ക്കു് ഉദാഹരണങ്ങളാകുന്നു. മരുഭൂമിയിലെ ചില ചെടികൾ വെള്ളം സമ്പാദിക്കേണ്ടതിലേയ്ക്കു് ആണിവേരുകളെ ഭൂമിയുടെ ഉള്ളിലേയ്ക്കു് ആഴത്തിലായി നീട്ടിക്കൊണ്ടുപോകുന്നു. മുൾക്കൈത (Aloe) ഇതിന്നുദാഹരണമാകുന്നു. മരുഭൂമിയിലെ ചെടികൾക്കു മൃഗങ്ങളിൽനിന്നു രക്ഷകിട്ടുവാൻ മുള്ളുകൾ ഉണ്ടായിരിയ്ക്കും. ഇല്ലിമുള്ളും, ചട്ടുകകള്ളിയും ചതുരക്കള്ളിയും ഇതിന്നുദാഹരണമായി പറയാം.

---

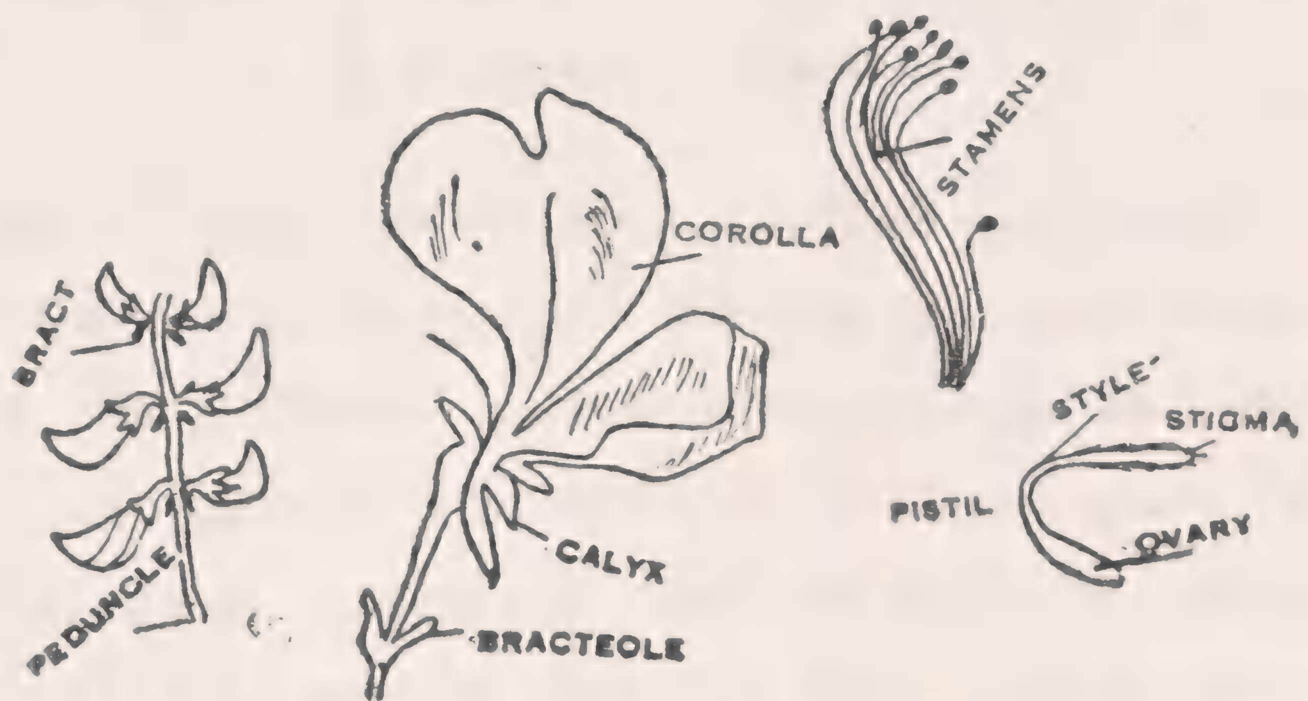
# അദ്ധ്യായം 5.

## സസ്യങ്ങൾക്കും ജീവികൾക്കും തമ്മിലുള്ള പരസ്പരസഹായം— പക്ഷികളും ചെറുപ്രാണികളും ആകുന്ന പരപരാഗ സംയോഗം വരുത്തുന്നത്.

സൂചീമുഖി, ഉറുമ്പ്, ചിത്രശലഭം എന്നിവയ്ക്കെല്ലാം പൂന്തേൻ വളരെ ഇഷ്ടമാണ്. പൂന്തേൻ പൂവിൻെറ അന്തർഭാഗങ്ങളിൽ ഇരിയ്ക്കുന്നതാണ്. ആയതിനാൽ ജീവികൾക്ക് ചെടികളിൽനിന്ന് സഹായം ലഭിയ്ക്കുന്നു. സസ്യങ്ങൾക്കും ജീവികളിൽനിന്ന് ഉപകാരം ഉണ്ടാകുന്നുണ്ട്. പൂന്തേൻ കുടിയ്ക്കുവാൻ പോകുന്ന ജീവികളുടെ ശരീരത്തിലും, ചിറകുകളിലും ചെടികളിലുള്ള പൂവിലെ പരാഗം (പൂമ്പൊടി-Pollen powder) പററുന്നു. ഈ ജീവികൾ മററൊരു പൂവിൽ ചെന്നിരിയ്ക്കുമ്പോൾ ഈ പരാഗം പൂവിൽ പതിയ്ക്കുകയും ചെടിയിൽ കായുണ്ടാവുകയും ചെയ്യുന്നു. ചെടിയ്ക്കാകട്ടെ, ജീവിയ്ക്കാകട്ടെ താന്താങ്ങൾ ചെയ്യുന്ന മഹത്തായ പ്രവൃത്തിയുടെ മതിപ്പ് എന്തെന്ന് ഒട്ടും തന്നെ അറിയുകയില്ല. പ്രകൃതിയുടെ ഗൂഢതന്ത്രം ആശ്ചര്യകരംതന്നെ !

ഒരു പൂവ് പരിശോധിക്കുന്നതായാൽ താഴെ കാണുന്ന മുഖ്യഭാഗങ്ങൾ അതിൽ കാണാവുന്നതാണ്. (ചിത്രം 9.) പൂക്കാമ്പിൻെറ അററത്തിൽ പൂ ഉണ്ടാകുന്നു. പൂവും കാമ്പും ചേരുന്ന സ്ഥലത്ത് ചെറുഇലയുടെ ആകൃതിയിൽ കാണുന്നത് വൃന്ദപത്രം (bract) ആകുന്നു. പൂവി

ൻെറ അടിയിൽ പുഷ്പപുടം (calyx) കാണാം. പുഷ്പപുടത്തിൻെറ ചുവട്ടിൽ ഉപവൃന്ദപുച്ഛം (bracteole) സ്ഥിതിചെയ്യുന്നു. കാലിക്സ് അല്ലെങ്കിൽ പുഷ്പപുടം എന്നതിൻെറ




ചിത്രം 9.

ഉള്ളിലായി ദളവൃത്തം (corolla) ഉണ്ടെന്നു കാണുക. ഇതിൻെറ ഉള്ളിലാണ് പുംകേസര (stamen) വൃത്തം ഉള്ളത്. ഈഭാഗം ചിത്രത്തിൽ വേർവിടിയിച്ചുകാണിച്ചിരിക്കുന്നു. ഈ വൃത്തത്തിൻെറ ഉള്ളിൽ ഗർഭകേസരം (pistil) ഉണ്ട്. ഗർഭകേസരത്തിൽ മൂന്നുഭാഗങ്ങളുണ്ട്. ഇതെല്ലാം ചിത്രത്തിൽ നോക്കി മനസ്സിലാക്കുക. ഗർഭകേസരത്തേയും പൂവിൽനിന്ന് പിരിച്ചിട്ടാണ് ചിത്രത്തിൽ ചേർത്തിരിക്കുന്നത്.

പൂവിൽ പുംകേസരത്തിൻെറ ചുവട്ടിൽ പൂന്തേൻ ഉണ്ടാകും. ഈ സ്ഥാനത്തേക്കുള്ള വഴി ചെറു പ്രാണികൾക്ക് കാണിച്ചുകൊടുക്കുന്നതിന് ദളവൃത്തം സഹായിക്കുന്നു. പുംകേസരത്തിലുള്ള പരാഗസഞ്ചിയിൽ പരാഗം (Pollen powder) അല്ലെങ്കിൽ പൂമ്പൊടി ഉണ്ടാകുന്നു.

പൂവിൽ പുംകേസരവും ഗർഭകേസരവും ആണ് മുഖ്യാവയവങ്ങൾ. ഇവയിൽ ഏററവും പ്രധാനമായ ഭാഗം ഗർഭകേസരമാണ്.

ഒരു ചെടിയിലുള്ള ഒരു പൂവിലെ പൂമ്പൊടി അതേ പുഷ്പത്തിലുള്ള ഗർഭകേസരത്തിൻെറ കീലാഗ്ര (Stigma) ത്തിൽ വീഴുകയോ അതേജാതി ചെടിയിലുള്ള വേറൊരു പൂവിൽ വീഴുകയോ ചെയ്യുന്ന വ്യാപാരത്തെ പരാഗസംയോഗം (Pollination) എന്നുപറയുന്നു. ഒരു പുഷ്പത്തിലെ കീലാഗ്രത്തിൽ പരാഗം വീഴുന്നതായാൽ അതിനെ സ്വയപരാഗസംയോഗം എന്നുപറയുന്നു. വേറൊരു പുഷ്പത്തിലെ കീലാഗ്രത്തിൽ വീഴുന്ന വ്യാപാരത്തെ പരപരാഗസംയോഗം (cross-pollination) എന്നും പറയും.

പ്രകൃതിയിൽ പരപരാഗസംയോഗമാണ് അധികം നടക്കുന്നതു്. ഈ സംയോഗം തനിയെ നടക്കുകയില്ല. പൂമ്പൊടികൾ ഒരു പൂവിൽനിന്ന് വേറൊരു പൂവിലേയ്ക്കു് സഞ്ചരിക്കുകയില്ല. ഈ പൊടികളെ എത്തിക്കുവാൻ ചില ജീവികൾവേണം. പൂംതേൻ കുടിയ്ക്കുന്ന ജീവികൾ പൂവുതോറും സഞ്ചരിയ്ക്കുമ്പോൾ അവ അറിയാതെതന്നെ ഒരു പൂവിലെ പൂമ്പൊടികളെ ദേഹത്തിൽ വഹിച്ചുംകൊണ്ടു് അന്യപുഷ്പങ്ങളിൽ ചെന്നു് അവയുടെ കീലാഗ്രത്തിൽ പൂമ്പൊടികളെ വീഴുവാൻ ഇടയാക്കീട്ടു് പറന്നുപോയ്ക്കളയുന്നു.

---

## അദ്ധ്യായം 6.

### പ്രാണികളുടെ സാമുദായികജീവിതം—

### തേനീച്ചകളും ഉറുമ്പുകളും.

തേനീച്ചകളും ഉറുമ്പുകളും കൂട്ടംകൂട്ടമായി വസിക്കുന്ന ജീവികളാകുന്നു. ഇവ കൂട്ടിൻെറ നന്മയ്ക്കുവേണ്ടി ഒത്തൊരുമിച്ച് ജോലിചെയ്യുന്നു. ഈ ജീവികളെ സാമുദായിക ജീവികളെന്ന് വിളിക്കുന്നു.

**തേനീച്ച.** ഒരു തേനീച്ചക്കൂട്ടിൽ മൂന്നുവിധം തേനീച്ചകളെ കാണാം. (ചിത്രം 10). അവ രാജ്ഞി, അലസൻ,




ചിത്രം 10.

വേലക്കാർ എന്നിവയാകുന്നു. രാജ്ഞിയാകുന്നു മുട്ടയിടുന്നതു്. അലസന്മാർ ആൺതേനീച്ചകളാകുന്നു. ഒത്തവളർച്ചയിൽ എത്തീട്ടില്ലാത്തവയും മുട്ടയിടാത്തവയും ആയ തേനീച്ചകളാകുന്നു വേലക്കാർ. ഇവയാകുന്നു കൂട്ടിലെ ജോലികളെല്ലാം നടത്തുന്നതു്. പൂംതേൻ, പൂമ്പൊടി എന്നിവ പൂക്കളിൽനിന്ന് കൊണ്ടുവന്ന് ഇവ തേനീച്ച കൂട്ടിലെ അറകളിൽ സൂക്ഷിയ്ക്കുന്നു. അറ കെട്ടിയുണ്ടാക്കുക, രാജ്ഞി ഇടുന്ന മുട്ടകൾ കീടദശയിലിരിയ്ക്കുമ്പോൾ അവയെ പോ

ററി വളത്തുക, അറകരം (അടകരം) കേടു വരാതെ നോക്കുക, രാജ്ഞിക്ക് വേണ്ട സൌകര്യങ്ങരം ഉണ്ടാക്കി കൊടുക്കുക, ശത്രുക്കളോട് എതൃക്കുക എന്നിത്യാദി ഭാരമേറിയ പ്രവൃത്തികളെല്ലാം വേലക്കാർ നടത്തുന്നു. കൂട്ടിലെ ഈച്ചകരം അവരവരുടെ പ്രവൃത്തികളെ മത്സരബുദ്ധി കൂടാതെ കൂട്ടിൻെറ നന്മക്കായി എപ്പോഴും പ്രവൃത്തിക്കുന്നു.

**ഉറമ്പ്.** ഇവയിലും മൂന്നുവിധം കൂട്ടുകാരെ കാണുന്നു. അവ ആൺ-ഉറമ്പുകരം, പെണ്ണുറമ്പുകരം, വേലക്കാർ എന്നിവരാകുന്നു. വേലക്കാൎക്ക് ചിറകുകളില്ല. ആൺ-ഉറമ്പിനും പെണ്ണുറമ്പിന്നും ചിറകുകരം ഉണ്ട്. ചിറകുള്ള ഉറമ്പുകരം ചില പ്രത്യേക അവസരങ്ങളിൽ മാത്രമെ പറക്കുകയുള്ളു. പെണ്ണിൻെറ പ്രവൃത്തി മുട്ടകരം ഇടുക മാത്രമാകുന്നു. വേലക്കാരാണ് പുററിൻെറ രക്ഷയ്ക്കും വൃത്തിയ്ക്കും വേണ്ടി അതിപ്രയത്നം ചെയ്യുന്നത്. വേലക്കാരിൽ ചിലൎക്ക് വലിപ്പം കൂടിയ തല കാണുന്നു. അവ വല്ലാതെ കടിക്കും.

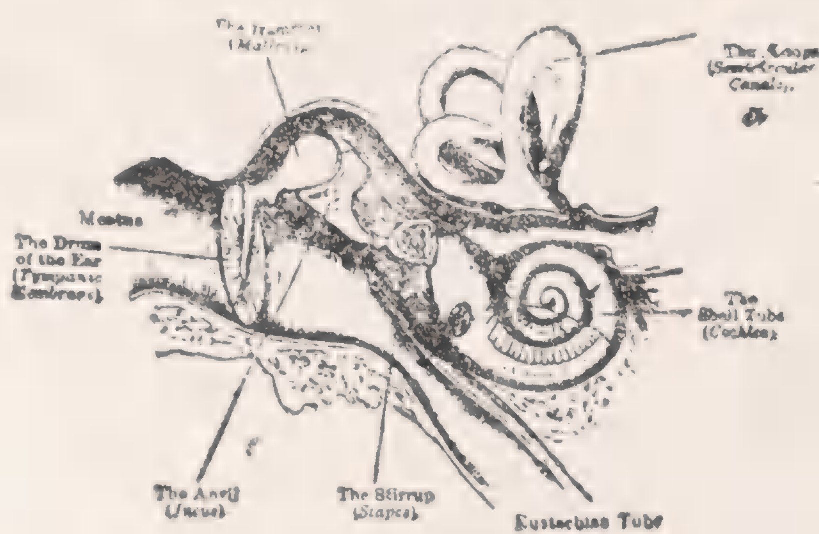
---

# അദ്ധ്യായം 7.

## ജ്ഞാനേന്ദ്രിയങ്ങൾ.

ചെവി—കേൾക്കുന്നതെങ്ങിനെ—ചെവിക്കു് നേരിടാവുന്ന കേടുകളും അവയ്ക്കുള്ള പരിഹാരങ്ങളും—തോലും അതിൻെറ പ്രവൃത്തിയും—മൂക്കു്—നാവു്.

**ചെവി.** ശ്രവണേന്ദ്രിയത്തെ ചെവി എന്നു് നാം പറയുന്നു. ഇതിനെ (1) പുറംചെവി. (2) നടുച്ചെവി. (3) ഉൾച്ചെവി എന്നിങ്ങനെ മൂന്നായി പിരിക്കാം (ചിത്രം 11). പുറംചെവിയും നടുച്ചെവിയും ചേരുന്നേടത്തു് കണ്ണുഭേരി (Tympanam)



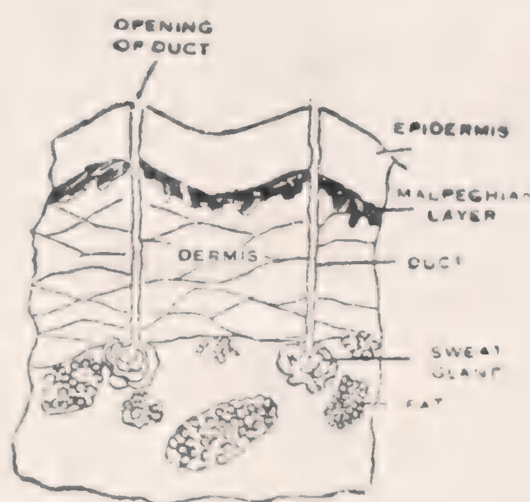

ചിത്രം 11.

എന്നൊരു ചർമ്മം കാണാം. സാധാരണയായി പുറംചെവിയെയാണു് നാം ചെവി എന്നു പറയുന്നതു്. ഇതു് ശരിയല്ല. പുറം

ചെവിയിൽ ടിംപാനം വരെ ഒരു കുഴലുണ്ടു്. കൎണ്ണഭേരിയോടു് ചേൎന്ന ഒരു എല്ലും അതിന്നു് തുടർച്ചയായി വേറെ രണ്ടു് എല്ലുകളും നടുച്ചെവിയിൽ കാണാം. മൂന്നാമത്തെ എല്ലു് ഉൾച്ചെവിയോടു് തൊട്ടുനില്ക്കുന്നു. നടുച്ചെവിയുടെ അടിയിൽനിന്നു് തൊണ്ടയിലേക്കു് കൎണ്ണാന്തർനാളം (Eustachian tube) പോകുന്നു. ഉൾച്ചെവിയിൽ ശംഖിന്റെ ആകൃതിയിലുള്ള കൎണ്ണവള്ളി (Cochlea) യും അൎദ്ധചന്ദ്രാകൃതിയിലുള്ള മൂന്നു കുഴലുകളും ഉണ്ടു്. കർണ്ണവള്ളിയിൽ ഒരു സഞ്ചിയുണ്ടു്. സഞ്ചിയിലും അതിന്റെ പുറത്തും ദ്രാവകമുണ്ടു്. മസ്തിഷ്ക്കത്തിൽ നിന്നു് കൎണ്ണഞരമ്പുകൾ ഉൾച്ചെവിയിലു വന്നു് ചെറിയ നാരുപോലെ ആയിത്തീൎന്നു് സഞ്ചിയിലെ ദ്രാവകത്തിൽ മുങ്ങിക്കിടക്കുന്നു.

നാം ശബ്ദങ്ങൾ കേൾക്കുന്നതു് ചെവിയുടെ സഹായത്താലാകുന്നു. ശബ്ദതരംഗങ്ങളെ പുറംചെവിയുടെ പരന്ന ഭാഗം പിടിച്ചുനിർത്തുന്നു. അപ്പോൾ ആ തരംഗങ്ങൾ കുഴൽവഴിക്കു് കൎണ്ണഭേരിയിൽ തട്ടുന്നു. ആ വഴിക്കു കൎണ്ണഭേരിയിൽ ചലനങ്ങൾ ഉണ്ടാകുന്നു. ഈ ചലനങ്ങൾ നടുച്ചെവിയിലെ എല്ലുകളുടെ സഹായത്താൽ ഉൾച്ചെവിയിൽ എത്തുന്നു. അവിടെയുള്ള ദ്രാവകത്തിൽ ഇളക്കം തട്ടുന്നു. ദ്രാവകം ഇളകുമ്പോൾ ഞരമ്പുകളുടെ അഗ്രങ്ങൾ ആടുന്നു. ഈ ആട്ടം കൎണ്ണഞരമ്പുവഴിയ്ക്കു് തലച്ചോറിൽ എത്തുന്നു. അപ്പോൾ തലച്ചോറു് ഏതുവിധം ശബ്ദമാണു കേട്ടതെന്നു് മനസ്സിലാക്കുന്നു.

**തോല്.** ഇതിൻെറ ചിത്രം (ചിത്രം 12) നോക്കുക. തോലിൽ നാലട്ടികഠം കാണാം. പുറംതോൽ ഉഠംതോലിനെ മൂടിയിരിക്കുന്നു. പുറംതൊലിയുടെ അടിയിൽ നാഡി (Blood tube) കഠം ഉള്ള ഒരു അട്ടി ഉണ്ടു്. ഇതിൻെറ അടിയിൽ വിയപ്പ്കുഴലുകഠം അടങ്ങിയ ഒരു അട്ടിയാണുള്ളതു്. ഈ അട്ടിയുടെ ചുവട്ടിൽ കൊഴുപ്പുകുഴലകഠം കാണാം. പുറംതോലിൻെറ അടിഭാഗം ദേഹ



ചിത്രം 12

ചിത്രം 12

ത്തിനു് നിറം നല്കുന്ന മാൽപേഗിയൻ (Malpeghian) പാളി ആകുന്നു. വിയപ്പ് കുഴലകളിൽനിന്നു് ഓരോ കുഴൽ പുറപ്പെട്ടു പുറംതൊലിയിലെ ഓരോ സുഷിരത്തിൽ വന്നവസാനിക്കുന്നു. കൊഴുപ്പു കുഴലകളിൽനിന്നു് രോമത്തിനു മെഴുക്കു കിട്ടുന്നു. പുറംതൊലി തടിച്ചു് ഉള്ളിലേക്കു ചേർന്നിട്ടുള്ളതാകുന്നു രോമം എന്നതു്.

രോമക്കാല് ഉൾത്തൊലിയിലാണുള്ളത്. രോമക്കാല് വളരുന്നു. രോമത്തിൽ രക്തക്കുഴലുകൾ (നാഡികൾ) ഇല്ല. ആയതിനാൽ രോമം മുറിച്ചാൽ വേദന ഉണ്ടാവുകയില്ല; എന്നാൽ പറിച്ചെടുക്കുവാൻ ശ്രമിച്ചാൽ രോമക്കാല് വളരുന്നതുകൊണ്ടു വേദന ഉണ്ടാകും. രക്തത്തിൽ നിന്നു വിയൎപ്പുകുഴലുകൾ വിയൎപ്പു ശേഖരിക്കുന്നു. ഉൾത്തൊലിയിൽ ഞരമ്പുകൾ വന്നവസാനിക്കുന്നു.

ശരീരത്തിൻെറ ഉള്ളിലുള്ള അവയവങ്ങളെ പുറമെ നിന്നുള്ള ഉപദ്രവങ്ങളിൽനിന്നു് തോലാണ് കാത്തുരക്ഷിക്കുന്നതു്. ദേഹത്തിൻെറ താപക്രമത്തെ രോഗമില്ലാത്തപ്പോഴെല്ലാം സദാപി 98.4°F. താപക്രമത്തിൽ നിലനിൎത്തുവാൻ സഹായിക്കുന്നതു തോലാണ്. ദേഹത്തിലെ മലിനങ്ങൾ അടങ്ങിയ വിയൎപ്പിനെ പുറമെ കളയുന്നതു തോലിൻെറ സഹായത്താലാണ്. തണുപ്പ്, ചൂട്, മാൎദ്ദവം, കാഠിന്യം എന്നീ അറിവുകൾ സമ്പാദിക്കുന്നതു തോലുകൊണ്ടാണ്. തോലിനെ സ്പൎശനേന്ദ്രിയം എന്നു പറയാറുണ്ടു്.

**മൂക്ക്.** മൂക്കിൻെറ ഉൾഭാഗത്തിലാകുന്നു ഘ്രാണേന്ദ്രിയം ഇരിക്കുന്നതു്. മൂക്കിനുള്ളിൽ നേരിയ ഒരു ചൎമ്മമുണ്ടു്. ഇതിൽ നാരുപോലെയുള്ള ഞരമ്പുകൾ പരന്നുകിടക്കുന്നു. (ചിത്രം 13) മൂക്കിലെ ദ്വാരങ്ങളിലൂടെ വാസന മേൽഭാഗത്തേയ്ക്കു വ്യാപിക്കുന്നു. മേൽഭാഗത്തുള്ള ചൎമ്മത്തിൽ നനവുണ്ടാകും. ഈ നനവിനാൽ വാസന ചൎമ്മത്തിലെ നീരിൽ അലിയും. അപ്പോൾ തലച്ചോറിലെ

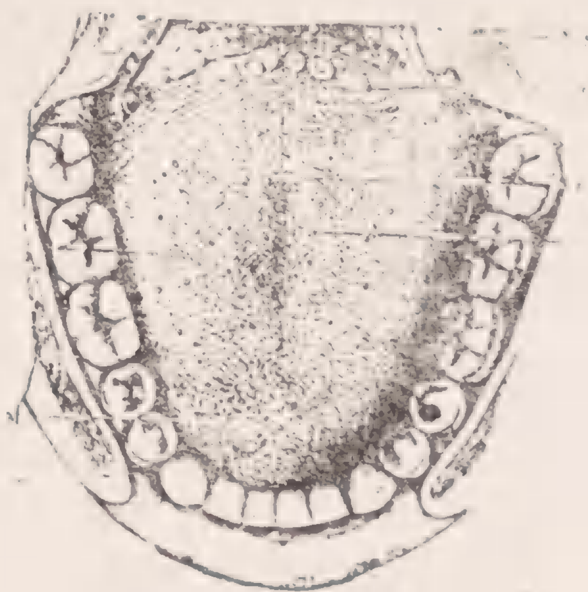
ഞരമ്പുകൾക്ക് ഒരുണൎവ്വുണ്ടാകും. ഈ സംഗതിയെ തലച്ചോർ മനസ്സിലാക്കും. തൽഫലമായി, നാം വാസന തിരിച്ചറിയുന്നു.



ചിത്രം 13

**നാവ്.** ഇതു രസനേന്ദ്രിയമാകുന്നു. ഇതിന്റെ ചിത്രം (ചിത്രം 14) നോക്കുക. നാവിന്റെ ഉപരിഭാഗത്തുള്ള ചെറുപിണ്ഡങ്ങളിൽ ഞരമ്പുകൾ വന്നവസാനിക്കുന്നു. ഈ പിണ്ഡങ്ങളെ രസനാഗോളങ്ങൾ (Taste bud) എന്നു പറയുന്നു. സ്വാദറിയുന്നതു് ഇവയുടെ സഹായത്താലാകുന്നു. ദ്രാവകമായതിന്നു ശേഷമെ ഞരമ്പിന്നു പദാൎത്ഥങ്ങളുടെ രസജ്ഞാനം സമ്പാദിക്കുവാൻ സാധിക്കുകയുള്ളു. ഈ ആവശ്യത്തിന്നു് ഉമിനീർ സഹായിക്കുന്നു. ഉമിനീർ പദാൎത്ഥഭാഗത്തെ അലിയിക്കുന്നു ഈ അലിഞ്ഞ രസം ഞരമ്പുകളുടെ അഗ്രങ്ങളെ ഉന്മേഷമുള്ളവയാക്കുന്നു. ഞരമ്പുകൾ വഴി

തലച്ചോറിലേയ്ക്കു് അറിവുകിട്ടുന്നു. അവിടെയുള്ള ചില പ്രത്യേക അറകൾ (Cells) സ്വാദിനെ വേർതിരിച്ചറിയുന്നു. എണ്ണകൾ ഉമിനീരിൽ അലിയുകയില്ല. വാസ്തവത്തിൽ ആവണക്കെണ്ണയ്ക്കു



ചിത്രം 14

ദുർസ്വാദില്ല. ദുർസ്വാദുണ്ടെന്നു തോന്നുന്നതു് വ്യാമോഹമാകുന്നു. ദുർഗ്ഗന്ധമാണു് അതിന്നുള്ളതു്. മൂക്കടപൊത്തി ആവണക്കെണ്ണ കുടിക്കുന്നതായാൽ യാതൊരു അരുചിയും തോന്നുന്നതല്ല.

വിഭാഗം 3.

# വീട്

## അദ്ധ്യായം 1.

### ഇരുമ്പ്, പിച്ചള, ഓട് (പിച്ചളക്കൂട്ട്) അലുമിനിയം എന്നിവ വീടുപണികൾക്ക് ഉപയോഗപ്പെടുന്ന രീതി.

പണ്ടുള്ളവർ വീടുകെട്ടുവാൻ കല്ല്, മണ്ണ്, മരം എന്നിവ മാത്രമേ ഉപയോഗിച്ചിരുന്നുള്ളു. രണ്ടു മരക്കഷണങ്ങൾ കൂട്ടി ച്ചേർക്കുവാനുള്ള ആണിപോലും മരംകൊണ്ടുണ്ടാക്കിയതായിരുന്നു. പിന്നീട് ഈ ആണി മുതലായവ ലോഹങ്ങൾകൊണ്ടുണ്ടാക്കപ്പെട്ടു തുടങ്ങി.

**ഇരുമ്പ്.** വീട്ടുസാമഗ്രികളിലെ ലോഹസാമാനങ്ങളിൽ അധികവും ഇരുമ്പുകൊണ്ടുണ്ടാക്കിയവയാകുന്നു.

മൂന്നുതരം ഇരുമ്പുണ്ട്. അവ വാപ്പിരുമ്പ് (cast iron) തേനിരുമ്പ് (wrought iron), ഉരുക്ക് (steel), എന്നിവ ആകുന്നു.

വാപ്പിരുമ്പിനെ ചീനച്ചട്ടി ഇരുമ്പ് എന്നും പറയാറുണ്ട്. ഇതു വാർപ്പുസാമാനങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കുവാൻ പററിയതാകുന്നു. തൂണുകൾ, വണ്ണമുള്ള ഇരുമ്പുകമ്പികൾ, ഇരുമ്പുകാലുകൾ എന്നിവ ഉണ്ടാക്കുവാൻ ഈ ഇരുമ്പാണു നല്ലതു്.

തേനിരുമ്പ് കാച്ചി പല ആകൃതിയിലുള്ള സാമാനങ്ങൾ ആക്കാം. നേരിയ കമ്പികൾ, ആണികൾ, ഇരുമ്പോടാമ്പൽ, (iron-bolt) കൃഷിസാമാനങ്ങൾ എന്നിവ എല്ലാം തേനിരുമ്പു കൊണ്ടാണ് ഉണ്ടാക്കിവരുന്നതു്.

ഉരുക്ക് ബലവും ഉറപ്പും ഉള്ളതാണ്. ആകാശം ഉരുമ്മുന്ന വമ്പിച്ച കെട്ടിടങ്ങൾ കെട്ടുവാനുള്ള വിട്ടങ്ങൾ ഉരുക്കുകൊണ്ടാകുന്നു. അമേരിക്കയിലെ ന്യൂയാക്ക് നഗരത്തിൽ, '68 നിലകളുള്ള ക്രിയിസ്ലർ (Chrysler) മാളിക ഉരുക്കുഭിത്തികൾകൊണ്ടും ഉരുക്കുവിട്ടങ്ങൾകൊണ്ടും ഉണ്ടാക്കിട്ടുള്ളതാണ്. ഉരുക്കുകൊണ്ടു കെട്ടിട്ടുള്ള വീടുകൾ ഭൂകമ്പത്താൽ മറിഞ്ഞുവീഴുന്നതല്ല. തിരുകാണി (Screw), വട്ടും പിരിയും, എന്നിവ ഉരുക്കുകൊണ്ടാണ് ഉണ്ടാക്കുക.

ഇരുമ്പ് വേഗം തുരുമ്പുപിടിയ്ക്കുന്നതാണ്. അപ്പോൾ അതിന്ന് ഉറപ്പും കുറയും. അതു് ഇങ്ങിനെ തുരുമ്പുപിടിയ്ക്കാതിരിപ്പാനും ചില വഴികളുണ്ടു്. ഉദാഹരണമായി ഇരുമ്പിന്മേൽ നാകം (zinc) പൂശിയാൽ അതു് തുരുമ്പു പിടിയ്ക്കയില്ല. ഇങ്ങനെ നാകം പൂശിയ ഇരുമ്പിന്നു് ഗാൽവനയിസ് ഇരുമ്പ് (galvanized iron) എന്നാണു പേർ. അങ്ങാടിയിൽനിന്നു് മേടിക്കുന്ന തുത്തനാകതകിടുകൾ ഗാൽവനായിസ് ചെയ്യപ്പെട്ട ഇരുമ്പുതകിടുകൾ ആകുന്നു. ക്രോമിയത്തോടോ മാംഗനീസത്തോടോ ഇരുമ്പുചേർത്തു ഉണ്ടാക്കുന്ന മിശ്രലോഹത്തിൽ കറ തീരെ തട്ടുന്നതല്ല. ഈ മിശ്രലോഹങ്ങൾക്കു് കാഠിന്യവും ശോഭയും ഉണ്ടാകും. ഇരുമ്പുപെട്ടികൾ ഉണ്ടാക്കുന്നതു് ഇങ്ങിനത്തെ മിശ്രലോഹങ്ങൾകൊണ്ടാണ്.

**പിച്ചള (പിത്തള)** പിച്ചള ഒരു മിശ്രലോഹമാകുന്നു. ചെമ്പും തുത്തനാകവും (2:1 എന്ന തോതിൽ) ചേർത്തിട്ടാകുന്നു ഇതു് ഉണ്ടാക്കുന്നതു്. ചെമ്പിനേക്കാൾ ഇതിന്നു് ഉറപ്പും

ശോഭയും ഉണ്ടാകും. വാതിലിന്നുള്ള പിത്തളപ്പട്ടകൾ, പൂട്ടകൾ, വാതിൽപ്പിടികൾ, സ്ക്രൂ-ആണികൾ, ടാപ്പു (tap) കൾ എന്നിത്യാദി സാധനങ്ങൾ പിത്തളകൊണ്ടാകുന്നു ഉണ്ടാക്കുക. വായുവിൻെറ സമ്പർക്കത്താൽ പിച്ചളയുടെ നിറം മങ്ങിപ്പോകും. ആയതിനാൽ ശോഭകിട്ടുവാൻ കൂടക്കൂടെ ബ്രാസോ (brasso) മുതലായതിട്ടു് പിത്തളയുടെ മേൽഭാഗത്തു് തേയ്ക്കേണ്ടതായി വരും.

ഓട്ട് (പിത്തളക്കൂട്ട് - Bronze) ഇതു് ചെമ്പിൻെറയും വെള്ളീയത്തിൻെറയും ഒരു ലോഹക്കൂട്ടു് ആകുന്നു. ഇതുകൊണ്ടാകുന്നു മണികൾ, ചേങ്ങല മുതലായവ ഉണ്ടാക്കുന്നതു്.

**അലുമിനിയം (aluminium)** ഇതു് ഒരു മൂലധാതുവാകുന്നു. കളിമണ്ണിൽ അലുമിനിയം ഉണ്ടെന്നു പറഞ്ഞാൽ നിങ്ങൾ വിശ്വസിയ്ക്കയില്ല. ഈ മൂലധാതുവിനെ 18-ാം നൂററാണ്ടിലാണു് ആദ്യം കണ്ടുപിടിച്ചതു്. ആദ്യത്തിൽ ഇതിന്നു വലിയ വില ഉണ്ടായിരുന്നു. ഇപ്പോൾ ഇതു് വളരെ ചുരുക്കം വിലക്കു് കിട്ടുന്നതാണു്. ഇതിൻെറ ഘനത്വം (density) വളരെ ചുരുങ്ങിയതാണു്. ഇതിൽ അമ്ലങ്ങൾ തട്ടിയാൽ കിളക്കുകയില്ല. പക്ഷെ ഇതു് അമ്ലത്തിൽ അലിയും. ഈ അലിഞ്ഞ ഭാഗം നമ്മുടെ ശരീരത്തിൽ ചേരുന്നതു നന്നല്ല. നമ്മുടെ ദേഹത്തിൽ അലുമിനിയാംശം ഇല്ല. ആയതിനാൽ അലുമിനിയ പാത്രത്തിൽ പാകം ചെയ്യുന്ന ഭക്ഷണം കഴിക്കുമ്പോൾ ചില രോഗങ്ങൾ പിടിപെടുന്നതായി ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ അഭിപ്രായപ്പെടുന്നു. വീട്ടുപണിക്കു് അലു

മിനിയം ഉപയോഗിക്കുന്നുണ്ട്. പക്ഷെ അതു് ഒരു പ്രത്യേക രീതിയിലാണ്. അലുമിനിയം ഉരുകാറാകുമ്പോൾ അതിനെ വേഗം പൊടിക്കാം. ഈ പൊടി ചെറുചണ എണ്ണയിൽ (linseed oil) ചേർന്നാൽ ഒരുവിധം ചായം (paint) കിട്ടും. ഇതിനെ അലുമിനിയച്ചായം എന്നും പറയുന്നു. ഈ ചായം കമ്പികളിന്മേലും വായു തട്ടിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഇരിമ്പുസാമാനങ്ങളിന്മേലും തേക്കുന്നുണ്ട്. ഈ ചായംകൊണ്ടെഴുതിയ അക്ഷരങ്ങൾ മഴയുടേയും വെയിലിന്റേയും ശക്തികൊണ്ടു മങ്ങുകയില്ല.

---

# അദ്ധ്യായം 2.

## പദാത്ഥങ്ങളെ കേടുവരാതെ സൂക്ഷിക്കുന്ന സാധനങ്ങൾ —ചായങ്ങൾ, വാൎണ്ണീഷ്, എണ്ണകൾ, ലേപനങ്ങൾ, ഇനാമലുകൾ.

മരം, ഇരുമ്പ് എന്നിവ വായുവിൻെറ സമ്പക്കത്താൽ ഉപയോഗപ്രദമല്ലാതായിത്തീരുന്നു. ഇരുമ്പ് തുരുമ്പുപിടിച്ച് കേടുവന്നുപോകുന്നു. മരം വെള്ളം കുടിച്ചു ചീത്തു വിളരുന്നു; അതു ചിലപ്പോൾ ചിതൽ പിടിച്ചും നശിക്കുന്നു. ഇങ്ങനെ കേടു തട്ടാതിരിപ്പാൻ ഇവയിൽ ചായം, വാൎണ്ണീഷ് എന്നിവ തേക്കുന്നു. ഇരുമ്പിൽ തുത്തനാകം പൂശുന്നതും, അലുമിനിയച്ചായം ഇടുന്നതും അതു കേടുവരാതിരിപ്പാനാണ്. ചായം പൂശിയ സാമാനങ്ങൾക്കു ഭംഗി കൂടുകയും അവ കേടുവരാതിരിക്കയും ചെയ്യും. ചായം ഉണ്ടാക്കുവാൻ നാലു സാമാനങ്ങൾ ആവശ്യമാണ്. അവ 1) വൎണ്ണപ്പശ (pigment) 2) ദ്രാവകം 3) കട്ടി ചുരുക്കുന്ന തൈലങ്ങൾ (thinners) 4) ഉലത്തുന്ന സാധനം (Drier) എന്നിവയാകുന്നു.

സാധാരണയായി ചുവന്ന ചായം (Red lead) വെള്ളീയം (White lead), തുത്തനാക-പ്രാണയുതി (zinc oxide) എന്നിവയെ വൎണ്ണപ്പശയായി ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഈ വൎണ്ണപ്പശകൾ ചണയെണ്ണയിൽ ചാലിച്ചാണ് ഉപയോഗിക്കുന്നതു്. അതോടു കൂടി സ്വല്പം കപ്പൂരതൈലവും ചേത്താൽ അതു നേൎമ്മയുള്ളതാകും. ഉലച്ചയുള്ളതാവാൻ ചില ഈയ ഉപ്പുകളെ ഉപയോഗിക്കു

ന്നുണ്ട്. ചായം പൂശിയതിനുശേഷം കാററു തട്ടുന്ന സ്ഥലത്തു് സാധനം വെക്കുക. ഉണങ്ങിക്കഴിഞ്ഞാൽ ചായം വേഗത്തിൽ സാധനത്തിൽനിന്നു നീങ്ങിപ്പോകയില്ല. സാധനത്തെ വായുവിൻെറ സംപക്ക്ത്തിൽനിന്നു രക്ഷിക്കേണ്ടതു് ഈ ചായമാണ്. കപ്പലുകളുടെ അടിയിൽ ചെടികരം മുതലായവ പററിക്കൂടി അടിഭാഗം കേടുവരാതിരിക്കാൻ ഒരു പ്രത്യേകതരം ചായം തേച്ചാൽ മതിയാകും.

**വാണ്ണീഷ്.** വാണ്ണീഷിൽ മരക്കറയാണു മുഖ്യസാധനം. ഈ മരക്കറ രണ്ടുവിധ വാണ്ണീഷുകരം ഉണ്ടാക്കുവാൻ ഉപയോഗിക്കുന്നു. മരക്കറ എണ്ണയിൽ അലിയിച്ച് എണ്ണ-വാണ്ണീഷ് ഉണ്ടാക്കുന്നു. ചാരായത്തിൽ ചില അരക്കുകരം (licquers) അലിച്ചു കിട്ടുന്നതാണ് ചാരായ-വാണ്ണീഷ് എന്നതു്. എണ്ണവാണ്ണീഷ് ചാരായവാണ്ണീഷിനേക്കാരം നല്ലതാകുന്നു. കോപ്പൽ (Copal) വാണ്ണീഷ് എണ്ണവാണ്ണീഷാകുന്നു. കോലരക്കു വാണ്ണീഷ് മദ്യസാര-വാണ്ണീഷാകുന്നു.

**എണ്ണകരം.** വീടുകളിൽ ചില ഉപകരണങ്ങരം കേടുവരാതെ ഇരിക്കുവാൻ എണ്ണ പുരട്ടുക പതിവാണ്. ഉപയോഗിക്കാതെ ഇരിക്കുന്ന പൂട്ടുകരം തുറക്കേണ്ടതിലേക്കു പൂട്ടിലും താക്കോലിലും എണ്ണയിടുന്നതു നമുക്കറിയാവുന്ന ഒരു കാൎയ്യമാണല്ലൊ. സൈക്കിളിലെ ചില ഭാഗങ്ങളിൽ യന്ത്രം കേടുവരാതിരിക്കുവാൻ നാം എണ്ണയിടുന്നു. തുന്നൽയന്ത്രങ്ങളിലും ഇതേ ആവശ്യത്തിന്നായി എണ്ണ ഒഴിക്കുന്നുണ്ട്.

**ലേപനങ്ങൾ.** (Stains) വിലകുറഞ്ഞ മരങ്ങളെ വിലയുള്ളവ പോലെ തോന്നിപ്പിക്കേണ്ടതിലേക്കു് ചില ദ്രാവകങ്ങൾ തേക്കുന്നു. പൂളമരത്തിൽ മഞ്ഞൾ തേച്ചു് പിലാവിന്റെ നിറം വരുത്തുവാൻ ശ്രമിക്കുന്നതു നോക്കുക. ചില ദ്രാവകങ്ങൾ തേച്ചു വില ചുരുങ്ങിയ മരത്തിന്നു വീട്ടിയുടെ നിറം വരുത്തുക പതിവാണു. ഇമ്മാതിരി മരത്തിന്മേൽ തേക്കുന്ന സാധനങ്ങൾക്കാണു് ഇവിടെ ലേപനങ്ങൾ എന്നു പറഞ്ഞിരിക്കുന്നതു്.

**ഇനാമൽ (കവടി**—enamel) ഇനാമൽ വാസ്തവത്തിൽ ഒരു സോഡിയം ലവണമാകുന്നു. ഇതിന്നു വെള്ളനിറവും മിനുസവും ഉണ്ടാകും. കവടി ഇരുമ്പുപാത്രങ്ങളിൽ പൂശുകയാണു പതിവു്. കവടി പൂശിയ പാത്രങ്ങളിൽ പുളിരസങ്ങൾ തട്ടിയാൽ ദ്രാവകങ്ങൾ കേടുവരുന്നതല്ല. ഇങ്ങിനത്തെ പാത്രങ്ങൾ സാധുക്കൾ ഉപയോഗിക്കുന്നു.

---

# അദ്ധ്യായം 3.

## ചുണ്ണാമ്പുകല്ല് (limestone) — കുമ്മായക്കൂട്ട്, ശീമക്കുമ്മായം (Cement) കോൺക്രീററ്.

**ചുണ്ണാമ്പുകല്ല്** വീടുകഠം കെട്ടുമ്പോഠം നാം സാധാരണയായി കുമ്മായം ഉപയോഗിക്കുന്നു. കുമ്മായം ചുണ്ണാമ്പുകല്ലിൽനിന്നാണ് ഉണ്ടാക്കുന്നതു്. ചുണ്ണാമ്പുകല്ല ഭൂമിയിൽ അനേകം സ്ഥലങ്ങളിൽ കാണപ്പെടുന്നു. ചുണ്ണാമ്പുകല്ല രൂപാന്തരപ്പെട്ടതാകുന്നു വെള്ളക്കല്ല് (marble) എന്നതു്. ജീവികളുടെ കക്ക (shell) ചുണ്ണാമ്പുകല്ലിൻെറ ഒരു വകഭേദമാകുന്നു. ചുണ്ണാമ്പുകല്ല ചൂളയിൽ ഇട്ടു വേവിച്ചാൽ ചുണ്ണാമ്പുകിട്ടും. കക്ക വേവിച്ചെടുക്കുന്ന ചുണ്ണാമ്പിനെ ഇത്തിഠം എന്നു പറയാറുണ്ടു്. ചുണ്ണാമ്പു് കാൽസിയം-പ്രാണയുതി (calcium oxide) ആകുന്നു. കക്കയോ ചുണ്ണാമ്പുകല്ലോ ചൂടു പിടിക്കുമ്പോഠം അംഗാരകദ്വിപ്രാണയുതി നഷ്ടപ്പെടുകയും ചുണ്ണാമ്പു ബാക്കിയാവുകയും ആണു ചെയ്യുന്നതു്. ചുണ്ണാമ്പുകല്ല്—അംഗാരകദ്വിപ്രാണയുതി + ചുണ്ണാമ്പു്.

**കുമ്മായക്കൂട്ട്.** ഇത്തിളിൽ വെള്ളം തെളിച്ചാൽ ഇത്തിഠം പൊടിഞ്ഞു കുമ്മായമായിത്തീരുന്നു. ഈ കുമ്മായം കൊണ്ടാണു നാം കുമ്മായക്കൂട്ട് (mortar) ഉണ്ടാക്കുന്നതു്. കുമ്മായത്തോടു മണൽ ചേർത്തു വെള്ളം ഒഴിച്ചു് ഇടിക്കുന്നു. അപ്പോഠം കിട്ടുന്ന കൂട്ടാകുന്നു കുമ്മായക്കൂട്ടു്. ഇഷ്ടികക്കിടയിൽ ഈ കൂട്ടു് ഇട്ടു നാം ചുമരു മുതലായതു കെട്ടുന്നു. കുറെ കഴിഞ്ഞാൽ കുമ്മായം

ഉറയ്ക്കുന്നു. ഈ സന്ദർഭത്തിൽ ഒരു ഭൌതികവികാരം നടക്കുന്നു. കുമ്മായക്കൂട്ടു വായുവിലെ അംഗാരകദ്വിപ്രാണയുതിയോടു ചേര... ന്നു. അപ്പോൾ അതു വീണ്ടും ചുണ്ണാമ്പുകല്ലായിത്തീരുവാൻ ശ്രമി... ക്കുന്നു. ഈ സമയത്തു 'കൂട്ടി'ലെ മണൽത്തരികളിൽ ഒരു ശക്ത... യുണ്ടായി കാരക്കു് ഒരു ഉറപ്പുവെക്കുന്നു. ഇപ്പോളാണു കുമ്മായ... ക്കൂട്ടു് ഉറക്കുന്നതു്. ഈ ഉറച്ച സാധനം കല്ലുകൾ വഴുതി വീഴാതെ ചുമരിനെ ബലമായി നിർത്തുന്നു.

**ശീമക്കുമ്മായം.** ഇക്കാലങ്ങളിൽ വീടു കെട്ടു... വാൻ സിമൻറു് (ശീമക്കുമ്മായം) ആണു് ഉപയോഗിക്കുന്നതു്. സിമൻറും ചുണ്ണാമ്പുകല്ലുകൊണ്ടു് ഉണ്ടാക്കിയതാണു്. ചുണ്ണാമ്പു... കല്ലിനോടു 'കളിമണ്ണു്' ശരിയായ തോതിൽ ചേർത്തു് ചൂളയിൽ ഇട്ടു് ചൂടുപിടിപ്പിക്കും. അപ്പോൾ ഒരു കട്ടയായ സാധനം കിട്ടും. ഈ കട്ട പൊടിച്ചു കിട്ടുന്നതാണു് ശീമക്കുമ്മായം എന്നതു്. പോർട്ട്ലൻഡ് സിമൻറു് (Portland cement) പേര... കേട്ടതാണു്. തെൻ ഇന്ത്യയിൽ കോയമ്പത്തൂരിന്നടുത്തുള്ള മധു... ക്കരയിൽ ശീമക്കുമ്മായം ഉണ്ടാക്കുന്നുണ്ടു്.

**കോൺക്രീറ്റു് (Concrete).** കോൺക്രീറ്റു... പണി മുഴുവനും ശീമക്കുമ്മായം കൊണ്ടാകുന്നു. ശീമക്കുമ്മായം, കരിങ്കൽ ചില്ലുകൾ, മണൽ, വെള്ളം എന്നിവക്കൂട്ടിക്കലർത്തി... ട്ടാണു്, കോൺക്രീറ്റു് ഉണ്ടാക്കുന്നതു്. 1 : 2 : 4 എന്ന... തോതിൽ ശീമക്കുമ്മായം, മണൽ, കരിങ്കൽ കഷണങ്ങൾ എന്നിവ ചേർത്താൽ ഒരു വിധം നല്ല കോൺക്രീറ്റു് കിട്ടും. 1 : 2 : 3 എന്ന തോതിൽ ചേർക്കുന്നതാണെങ്കിൽ വെള്ളത്ത...

ന്നാടിയിൽകൂടി ഉപയോഗിക്കാവുന്ന കോൺക്രീററ് സാധന ങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കാം. ആദ്യം ഇവയെല്ലാം കൂട്ടിക്കലക്കും. പി ന്നീട് കലപ്പിനെ ആവശ്യമുള്ളതായ അച്ചിലിടും. അച്ചി ലിട്ടതിൽപിന്നെ കലപ്പിൽ വെള്ളം പകരും. ശീമക്കുമ്മാ യം വെള്ളത്തോടുചേൎന്ന് ഉറച്ചു കട്ടയാകും. അപ്പോൾ കലപ്പിൻെറ ആയതനം ചുരുങ്ങും. ഉദാഹരണമായ് 1:2:4 എന്ന കലപ്പിൽ 7 ആയതന (volume) ത്തിനുപകരം 4·5 ആയതനമേ അവസാനത്തിൽ ഉണ്ടാകയുള്ളൂ. കല പ്പ് ഒന്നുരണ്ടു മണിക്കൂറിനകം ഉണങ്ങി ഉറച്ചുതുടങ്ങും. എ ന്നാൽ പൂൎണ്ണമായ മാററം സംഭവിക്കാൻ ഒന്ന് ഒന്നരകൊ ല്ലം വേണ്ടിവരുമെത്രെ. കോൺക്രീററ് സാമാനങ്ങൾക്ക് ഉറപ്പുകൂട്ടുവാൻ കലപ്പിന്നുള്ളിൽ കലപ്പ് ഉറക്കുന്നതിനു മുമ്പ് ഇരുമ്പുവടികൾ വെക്കുക പതിവുണ്ട്.

---

## അദ്ധ്യായം 4.

### ജലവിതരണസമ്പ്രദായം, പമ്പുചെയ്യാനുള്ള ആഫീസ്—കൈത്തോടുവഴിക്കും കുഴൽ വഴിക്കും വിതരണം ചെയ്യാനുള്ള ഏർപ്പാട്—വലിയ കുഴലുകൾ, ചെറുകുഴലുകൾ, ടാപ്പുകൾ (taps)

ആദ്യകാലങ്ങളിൽ കുടിക്കുവാനുള്ള വെള്ളം പുഴകളിൽനിന്നും തടാകങ്ങളിൽനിന്നും ആയിരുന്നു എടുത്തിരുന്നത്. വെള്ളം പല ആവശ്യങ്ങളിലേക്കും നാം ഉപയോഗിക്കുന്നു. പട്ടണങ്ങളിൽ അവിടത്തെ നിവാസികൾക്ക് വേണ്ടിവരുന്നതായ വെള്ളം മുഴുവനും കിണറുകളിൽനിന്നെടുത്താലും മതിയാകാതെ വരാം. രണ്ടാമതായ് പട്ടണങ്ങളിലെ കിണറുകളിൽ വേണ്ടിടത്തോളം സൂര്യവെളിച്ചം വീഴുകയില്ല. ആയതിനാൽ പട്ടണനിവാസികളുടെ സൌകര്യത്തിനുവേണ്ടി ഗവമ്മേണ്ട് ജലവിതരണപദ്ധതി പട്ടണങ്ങളിൽ ഏർപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്നു.

ജലവിതരണഏർപ്പാടിൽ ചില സൌകര്യങ്ങൾ ആവശ്യമാണ്. ഒന്നാമതായ് ഒരു ജലാശയം വേണം. ഈ ജലാശയത്തിലെ വെള്ളം ശുദ്ധമായിരിക്കണം. ജലാശയത്തിലെ വെള്ളത്തെ കൈത്തോടുകൊണ്ടോ കുഴലുകൾകൊണ്ടോ പട്ടണനിവാസികൾക്ക് എത്തിച്ചുകൊടുക്കണം. അനാവശ്യമായ് വെള്ളം നഷ്ടമായിപ്പോകാതിരിപ്പാൻ പട്ടണനിവാസികൾക്ക് വെള്ളം പിടിക്കുന്ന സ്ഥലത്തിൽ ചില സൌകര്യങ്ങൾ വേണം.

പട്ടണങ്ങളിലേക്ക് വെള്ളം കൊണ്ടുവരുന്നത് പുഴകളിൽനിന്നോ ഉയന്നസ്ഥാനങ്ങളിലുള്ള ജലാശയങ്ങളിൽനി

ന്നോ ആയിരിക്കും. ഉയൎന്ന കുന്നുകളുടെ മുകളിൽനിന്ന് കൊണ്ടുവരുന്നതു് വളരെ പ്രയാസമുള്ളതല്ല. താണസ്ഥലങ്ങളിൽനിന്നാണെങ്കിൽ വെള്ളം പമ്പടിച്ച് പട്ടണത്തേക്കാൾ ഉയരമുള്ള ഒരു ജലാധാര (Reservoir) ത്തിൽ കെട്ടിനിൎത്തണം. പമ്പടിക്കുന്നതു് പുഴയിൽനിന്നോ വലിയ കിണറുകളിൽനിന്നോ ആയിരിയ്ക്കും. പമ്പടിക്കുവാൻ ജലമേററം (force pump— ഇതിൻെറ ചുരുങ്ങിയ ഒരു വിവരണം വിഭാഗം 5, അദ്ധ്യായം 6 എന്നതിൽ ചേൎത്തിരിയ്ക്കുന്നു) ആണു് ഉപയോഗിക്കുന്നതു്. ഇതു പ്രവൎത്തിക്കുന്നതു് ആവി എഞ്ചിൻെറയോ മോട്ടോറിൻേറയോ സഹായത്താൽ ആയിരിക്കും. ഷൊറുവണ്ണൂർ പ്ലാട്ടഫാറത്തിൽ ഹിന്തുക്കളുടെ ഭോജനശാലക്കും സ്റ്റേഷൻമാസ്റ്ററുടെ മുറിക്കും ഇടയിൽ ഒരു എഞ്ചിൻവേല ചെയ്യുന്നതു നിങ്ങൾ കണ്ടിരിയ്ക്കാം. അതിൻെറ അടുക്കെ ഉയരത്തിൽ വലിയ ഒരു തൊട്ടി പടിഞ്ഞാറുഭാഗത്തു് കാണാം. ഈ തൊട്ടിയുടെ കിഴക്കുഭാഗത്തു വേറൊരു തൊട്ടിയും ഉണ്ടു്. ഈ തൊട്ടികൾ തമ്മിൽ, ചുവട്ടിലായ് ഒരു കുഴൽകൊണ്ടു് ചേൎത്തിരിയ്ക്കുന്നു. കിഴക്കെ തൊട്ടിയുടെ അടിയിൽനിന്നു വരുന്ന ഒരു കുഴൽ, മണ്ണിൻെറ ഉള്ളിലേക്ക് പോയ് കുഴൽമാൎഗ്ഗം പ്ലാട്ടഫോറത്തിലെ ടാപ്പിലും ഭോജനശാലകളിലെ മുറികളിലുള്ള ടാപ്പുകളിലും അവസാനിക്കുന്നു. ടാപ്പിലെ അടപ്പിനാൽ കുഴലിലുള്ള വെള്ളം പുറമെ വരാതെ പിടിച്ചുനിൎത്താം. പടിഞ്ഞാറെ തൊട്ടിയുടെ ചോട്ടിലുള്ള മുറിയിൽ ആണു് കിണറു് ഇരിയ്ക്കുന്നതു്. ജലമേററം കരുവിലെ വാൽഭാഗം കിണററിലേക്കു് ഇറങ്ങി

യിരിയ്ക്കുന്നു. ചാമ്പി മേല്പോട്ട് പൊന്തിയ്ക്കുന്ന വെള്ളം ഒരു കുഴൽവഴി പടിഞ്ഞാറെ തൊട്ടിയിൽ ചെന്ന് വീഴുന്നു. ആ തൊട്ടി നിറയുന്നതോടൊപ്പം കിഴക്കെത്തൊട്ടിയും നിറയുന്നു. അതിൽനിന്ന് കുഴൽ വഴിയായ് വേണ്ടസ്ഥാനത്തേക്ക് വെള്ളം കൊണ്ടുപോകാം. ഈ വിവരണത്തിൽ പ്രസ്താവിച്ചിട്ടുള്ള തൊട്ടികളാകുന്നു ജലാധാരം.

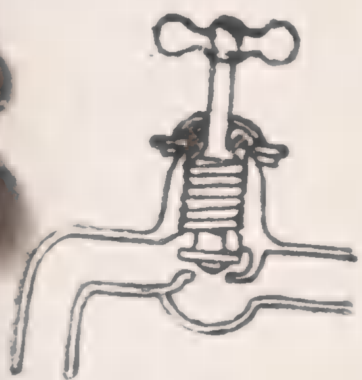
ഈ വിവരണസ്ഥലം നിങ്ങൾക്ക് പരിചയമായിരിക്കുവാനിടയുണ്ടല്ലോ. ഈ ജലവിതരണസമ്പ്രദായം മനസ്സിലാക്കിക്കഴിഞ്ഞാൽ പട്ടണങ്ങളിൽ ജലവിതരണം ചെയ്യുന്നതെങ്ങിനെയെന്നു വേഗം ധാരണയിൽ കൊണ്ടുവരാവുന്നതാണ്.

ജലാശയത്തിൽനിന്നു കീഴ്ഭാഗത്തുള്ള ഗൃഹങ്ങളിലേക്ക് കൊണ്ടുവരുന്ന വെള്ളം ശുദ്ധമായിരിയ്ക്കണം. ജലാശയത്തെ കഴുകുവാനുള്ള ഏപ്പാട് ഉണ്ടാകണം. അതിൽ രോഗബീജങ്ങൾ ഇല്ലാതിരിക്കുവാൻ മരുന്നുകൾ ചേൎത്തിരിക്കണം. ജലാശയത്തെ വൃത്തിയിൽ സൂക്ഷിച്ച് വെച്ചിരിക്കണം.

ജലാശയത്തിൽനിന്നു കീഴ്ഭാഗങ്ങളിലെ ഗൃഹങ്ങളിലേക്ക് രണ്ടുവിധത്തിൽ വെള്ളം കൊണ്ടുവരുന്നു. കൈത്തോടുകൾ വഴിയായ് വെള്ളം കൊണ്ടുവരാം. തിരുനെൽവേലിയിൽ കല്ലിടക്കുറിച്ചിയിലെ നിവാസികൾക്ക് ഈ വിധത്തിലാണ് കുടിക്കുവാനുള്ള വെള്ളം കിട്ടുന്നത്. ഈ ഏപ്പാട് പ്രശംസനീയമല്ല വെള്ളം അശുദ്ധമാവാൻ സംഗതികൾ ഉണ്ട്; ഇവ തുറന്നുകിടക്കുന്നതിനാൽ പൊടിയും

വിഷാണുക്കളും വീണ് വെള്ളം കേടുവരുന്നതാണ്. പട്ടണങ്ങളിലെല്ലാം കുഴൽമാർഗ്ഗമായിട്ടാണ് വെള്ളം എത്തിക്കുന്നതു്. കുഴലുകൾ സാധാരണയായി ഇരുമ്പുകൊണ്ടായിരിക്കും. തെരുവിലെ വലിയ കുഴലിൽനിന്നു വീടുതോറും ചെറുകുഴലുകളുടെ സഹായത്താൽ വെള്ളം എത്തിക്കുന്നു. ഈ ചെറുകുഴലുകളിൽനിന്നു വീട്ടിലെ മുറികളിൽ വന്നവസാനിക്കുന്ന ടാപ്പുകൾ ഉണ്ടു്. ടാപ്പിലെ അടപ്പു് തുറന്നുവിട്ടാൽ വേണ്ട വിധത്തിൽ വെള്ളം പിടിക്കാം.

സാധാരയായി പിരിയാണിയടപ്പാണ് ടാപ്പിൽ കാണുക. കുഴലിൻെറ മേൽഭാഗത്തു് ഒരു പിരിയാണി ഉണ്ടു്.


ചിത്രം 15. പിരിയാണി അടപ്പ്.

ഇതിൻെറ മുഗൾഭാഗം ഒരു പിടിയിൽ അവസാനിക്കുന്നു. പിരിയാണിയുടെ അടിയിൽ തോൽകൊണ്ടുള്ള ഒരു വാഷർ (washer) കാണാം. പിരിയാണിയുടെ ചോട്ടിലായി കുഴലിൻെറ അടിഭാഗത്തിൽ മേല്പോട്ടു തള്ളിനില്ക്കുന്ന ഒരു വളയം ഉണ്ടു്. ഈ വളയംവഴി വെള്ളം തടസ്ഥംകൂടാതെ ഒഴുകുന്നതാണ (ചിത്രം 15) പിരിയാണി ചോട്ടിലേക്ക് തിരിക്കുമ്പോൾ ടാപ്പു് അടഞ്ഞുപോകും; പിരിയാണിയിലെ തോൽ ടാപ്പിലെ വളയത്തെ മൂടിനില്ക്കും. അപ്പോൾ വെള്ളം പുറത്തേക്ക് ഒഴുകുന്നതല്ല. പിരിയാണി മേല്പോട്ടുതിരിക്കുമ്പോൾ വളയം തുറന്നുവശാവുകയും വെള്ളം ഇഷ്ടംപോലെ ഒഴുകുകയും ചെയ്യുന്നതാണ്.

വിഭാഗം 4.

# ചുററുപാടുമുള്ളവയുടെ നിരീക്ഷണം.

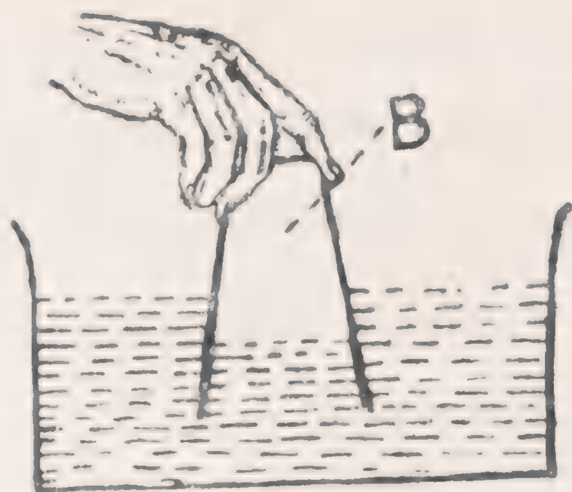
---

## അദ്ധ്യായം 1.

വായുമണ്ഡലം—വായുവിൻെറ അമച്ച്യം വ്യാപകതചവും—ഉപഃയാഗങ്ങൾ, വായു ചാമ്പുവാനുള്ള യന്ത്രം (air-pump)

വായുവിന്ന് എല്ലാഭാഗത്തേയ്ക്കും അമച്ച്ശക്തി ഉപയോഗിക്കുവാൻ സാധിക്കും. ഇക്കാരണത്താലാകുന്നു റബ്ബർ-ബ്ലാഡറി (bladder)ൽ നമുക്ക് കാററു നിറക്കുവാൻ സാധിക്കുന്നതു്. മോട്ടോർ വണ്ടിയിലെ ടയറും ചവിട്ടുവണ്ടിയിലെ ടയറും കാററു ചാമ്പുമ്പോൾ നിറയുന്നതും ഇതേകാരണത്താലാകുന്നു.

വായുവിനെ അമത്തി അതിൻെറ ആയതനം ചുരുക്കുവാൻ സാധിക്കും. വായു നിറച്ച ഫുട്ബാൾ (കാൽപന്തു—foot-ball) ഞെങ്ങുന്നതു് ഇക്കാരണംകൊണ്ടാകുന്നു.



ചിത്രം 16. (B. ബീക്കർ)

ഒരു പരന്ന പാത്രത്തിൽ വെള്ളം എടുക്കുക. ഒരു ബീക്കറിൻെറ അടിഭാഗം പിടിച്ചു് അതിൻെറ മുഖം വെള്ളത്തിൻെറ ഉള്ളിലേയ്ക്കു് തള്ളിനിർത്തുക. (ചിത്രം 16 നോക്കുക). വെള്ളം ബീക്കറിൻെറ ഉള്ളിലേയ്ക്കു് കുറച്ചൊന്നു തള്ളിനില്ക്കും. കൈവിട്ടാൽ ബീക്കർ മേല്പോട്ടുപൊന്തും. ആയതിനാൽ, വായുവിനെ അമത്തി ചുരുക്കാമെന്നും അമച്ച്ശക്തി ചുരു

ങ്ങിയാൽ ആദ്യത്തെ ആയതനം കിട്ടുവാൻ വായു ശ്രമിക്കു ന്നതാണെന്നും നമുക്കു മനസ്സിലാക്കാം.

വാതകങ്ങൾ അവയ്ക്കു് കിട്ടുന്ന സ്ഥാനങ്ങളിലെല്ലാം വ്യാപിക്കും. ഈ സംഗതിയാകുന്നു പൂവിൻെറ മണം അനുഭവിയ്ക്കുവാൻ നമ്മെ സഹായിക്കുന്നതു്. പൂവിൽനിന്നു് പുറപ്പെടുന്ന മണത്തോടുകൂടിയ വാതകം വായുവിൽ പരക്കുന്നു. ഒരു മുറിയുടെ മൂലയിൽ കത്തിച്ചുവെച്ചിരിക്കുന്ന ചന്ദനത്തിരിയുടെ വാസന വീടുമുഴുവനും പരക്കുന്നതു് വായുവിന്നുള്ള വ്യാപകശക്തികൊണ്ടാകുന്നു.

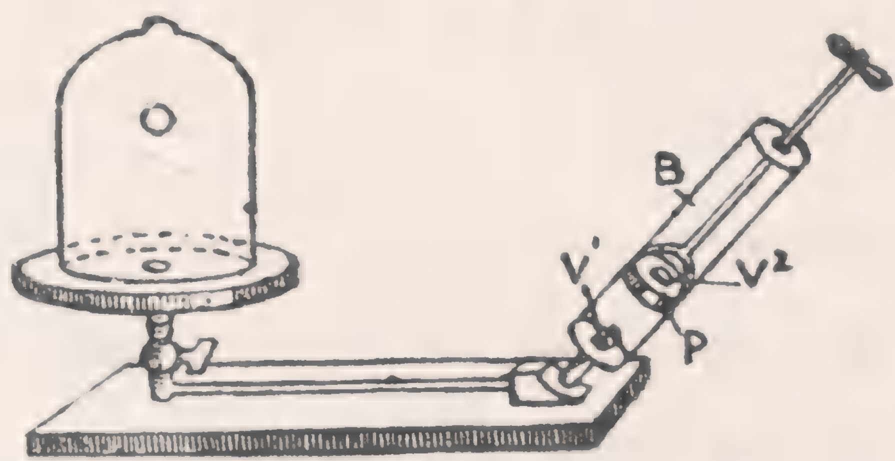
അമർത്തപ്പെട്ട വായു ആദ്യത്തെ ആയതനം എടുക്കുവാൻ ശ്രമിക്കുന്നുവെന്നു് മുകളിൽ വിസ്തരിച്ചുവല്ലൊ. കുട്ടിക്കാലത്തു് 'പാവിട്ട'ത്തോക്കുകൊണ്ടു് നാം കളിക്കാതെ ഇരുന്നിരിക്കയില്ല. അതിൽ ഇട്ടിരിക്കുന്ന കായ് പുറമെ വരുന്നതു് വായുവിൻെറ അമച്ച്ശക്തിയാൽ ആകുന്നു.

വായുവിന്നു് അമച്ച്ശക്തിയുള്ളതിനാലാകുന്നു മോട്ടോർവണ്ടിയിൽ പോകുന്നതു്, കട്ടവണ്ടിയിൽ യാത്രചെയ്യുന്നതിനേക്കാൾ സുഖമായിത്തോന്നുന്നതു. മോട്ടോറിലെ ടയറിൽ കാററുനിറച്ചിരിക്കുന്നു. പാതയിലെ ഒരു കല്ലിന്മേൽ ടയർ കയറിപ്പോകുമ്പോൾ ടയറിൻെറ ഉള്ളിലുള്ള വായു ഞെങ്ങുന്നു. അയതിനാൽ കല്ലുകൊണ്ടുള്ള ഉപദ്രവം നാം അനുഭവിക്കുന്നില്ല. കട്ടവണ്ടിച്ചക്രം മരംകൊണ്ടുള്ളതാണല്ലൊ. ഈ ചക്രം കല്ലിന്മേൽ കയറുമ്പോൾ വണ്ടിയൊന്നു് പൊന്തിവശാവുകയും നമുക്കു് വല്ലാത്ത കുലുക്കം തട്ടുകയും ചെയ്യുന്നു. വായുവിൻെറ അമച്ച്ശക്തി ആസ്പദ

മാക്കിട്ടാകുന്നു വായു ചാമ്പുന്ന യന്ത്രം, ജലപ്രക്ഷേപണികൾ മുതലായവ പ്രവൃത്തിക്കുന്നതു്.

**വായു ചാമ്പുന്ന യന്ത്രവും അതിന്റെ പ്രവത്തനവും.** ഒരു പാത്രത്തിൽനിന്നു് വായു നീക്കം ചെയ്യേണ്ടതിലേയ്ക്കാകുന്നു വായുപമ്പു് ഉപയോഗിക്കുന്നതു്. വിദ്യുദ്ദീപങ്ങളിൽ കാണുന്ന ബൾബുകളിൽനിന്നു് വായു നീക്കം ചെയ്തിരിക്കും. എക്സ്-റേ (X-ray) എന്ന ഉപകരണത്തിൽനിന്നു് വായു ചാമ്പി നീക്കിയിരിക്കുന്നതിനാൽ ആണു് അതു് ഉപയോഗപ്രദമായിത്തീരുന്നതു്.

ആദ്യത്തെ വായുപമ്പു്, വാൺഗ്യൂറിക്ക് (Van—Guerike) എന്ന ജർമ്മനിയിലെ ശാസ്ത്രജ്ഞൻ ആണു് കണ്ടുപിടിച്ചതു്. ഇപ്പോൾ പലമാതിരി വായുപമ്പുകൾ വില്ക്കുന്നുണ്ടു്. എളുപ്പത്തിൽ ചാമ്പാനുള്ള ഒരു വായുബഹിഷ്കരണി (വായുപമ്പു്) താഴെ ചേത്തിട്ടുണ്ടു് (ചിത്രം 17). ഇതിൽ B എന്നൊരു ബാരൽ (വിസ്താരമുള്ള ഉരുൾ) ഉണ്ടു്. അതിൽ ഒരു ചാമ്പുകോൽ (P) വേലയെടുക്കുന്നു. ചാമ്പുകോലിൽ മേല്പോട്ടു് തുറക്കുന്ന ഒരു വാൽവു് ($V_2$) ഉണ്ടു്. ബാരലിന്റെ മേൽഭാഗത്തു് ഒരു ചെറുദ്വാരമുണ്ടു്. ബാരലിന്റെ ചോട്ടിൽനിന്നു് ഒരു ചെറുകുഴൽ പുറമെ വരുന്നു. ഈ ചെറുകുഴൽ ഒരു പ്ലാറ്റുഫോറ



ചിത്രം 17. വായുപമ്പു്.
(വായുബഹിഷ്കരണി)

ത്തിൽ ചെന്നവസാനിക്കുന്നു. ഈ പ്ലാട്ടഫോറത്തിൻെറ അടി യിലെ ചെറുകുഴലിൽ അടക്കുവാനും തുറക്കുവാനുമുള്ള ഒരു തിരു കാണി (Screw) സ്ഥാപിച്ചിരിക്കുന്നു. ബാരലും ചെറുകുഴലും ചേരുന്നേടത്തു് വേറൊരു വാൽവു് ($V_1$) കാണാം. ഇതും മേ ല്പോട്ടു മാത്രമേ തുറക്കുകയുള്ളൂ. ഏതു പാത്രത്തിൽനിന്നു് വായു നീക്കം ചെയ്യേണമോ അതു് പ്ലാട്ടഫോറത്തിന്മേൽ കമഴ്ത്തിവെ ക്കേണ്ടതാണു്; ഇങ്ങനെ ചെയ്യുമ്പോരം അതിൽ കാണുന്ന ദ്വാരം പാത്രത്തിൻെറ ഉള്ളിൽ പെടണം. പ്രവൎത്തനസമയത്തു് ചെറു കുഴലിലെ സ്ക്രൂ അടക്കണം.

**പ്രവൎത്തനം:**—ചാമ്പുകോൽ (Piston) ബാരലി ൻെറ അടിയിലായിരിക്കട്ടെ. അതു പൊന്തിക്കുമ്പോരം $V_2$ എന്ന വാൽവു് അടയുകയും $V_1$ എന്ന വാൽവു് തുറക്കുകയും ചെയ്യും. അപ്പോരം പാത്രത്തിൽനിന്നു് വായു ബാരലിലേക്കു കടക്കും. ചാമ്പുകോൽ താഴ്ത്തുമ്പോരം $V_1$ അടയുകയും $V_2$ തുറക്കുകയും ചെയ്യുന്നതാണു്. വായുവിന്നു് വ്യാപകത്വമുള്ളതിനാൽ $V_2$ വി ൻെറ ചോട്ടിൽ ഇരുന്ന വായു ഈ വാൽവു് വഴിക്കു് ചാമ്പുകോ ലിൻെറ മേല്പോട്ടു് എത്തിച്ചേൎന്നു്, ബാരലിലെ ദ്വാരത്തിലൂടെ പുറമേ പോകുന്നു. ചാമ്പുകോൽ വീണ്ടും പൊക്കുമ്പോരം $V_1$ തുറ ക്കുകയും $V_2$ അടയുകയും ചെയ്യും. ഈ അവസരത്തിൽ പാത്ര ത്തിൽനിന്നു് വീണ്ടും വായു ബാരലിലേക്കു് വരുന്നു. ചാമ്പു കോൽ രണ്ടാമതു് താഴ്ത്തുമ്പോരം $V_2$ തുറന്നു് ഈ വായു പുറമെ പോകുന്നു. ഇമ്മാതിരി, ചാമ്പുകോൽ മേല്പോട്ടു് പൊന്തിക്കുമ്പോരം

പാത്രത്തിൽനിന്നു് ബാരലിലേക്കു വരികയും കീഴ്പോട്ടു താഴ്ത്തുമ്പോൾ ബാരലിലെ വായു പുറമെ പോകുകയും ചെയ്യുന്നതിനാൽ പാത്രത്തിലെ വായു നീക്കം ചെയ്യുന്നതു് എളുപ്പമുള്ളതായിത്തീരുന്നു. കുറെ പ്രാവശ്യം ചാമ്പുമ്പോൾ പാത്രത്തിൽനിന്നു നല്ല പോലെ വായു നീങ്ങുന്നതാണു്.

ഈ യന്ത്രത്താൽ പാത്രത്തിലുള്ള വായു മുഴുവനും നീക്കുവാൻ സാധിക്കയില്ല. വാൽവുകൾക്കു ഘനമുണ്ടു്. കുറെ തവണ ചാമ്പുമ്പോൾ വായു ഒരുവിധം ഒഴിഞ്ഞു പോകുന്നതിനാൽ, ബാക്കിയാകുന്ന വായുവിന്നു് വാൽവുകളെ തുറക്കാൻ ശക്തി പോരാതെ വരും. ഇക്കാരണത്താൽ വായു മുഴുവനും നീക്കം ചെയ്യുവാൻ സാധിക്കുന്നതല്ല. എന്നാൽ, ചില പ്രത്യേക വായു-പമ്പുകളാൽ വായു മുഴുവനും നീക്കംചെയ്യാവുന്നതാണു്. അങ്ങിനത്തെ പമ്പുകളുടെ വിവരണം ഇവിടെ ചേർത്തിട്ടില്ല.



# അദ്ധ്യായം 2

**കാലാവസ്ഥയും ശീതോഷ്ണവും, കാലാവസ്ഥയെ അനുസരിച്ച് സസ്യങ്ങളിലും ജീവികളിലും കാണുന്ന ചില വ്യത്യാസങ്ങൾ —ദീർഘകാലനിദ്ര (Hybernation) — ദേശാന്തര ഗമനം (Migration) — രക്ഷക്കായി ക്കൊണ്ടുള്ള നിറങ്ങൾ.**

നമ്മുടെ ദേഹം എപ്പോഴും ഒരേ താപകക്രമ(Temperature)ത്തിൽ ഇരിക്കുന്നു. തണുപ്പുകാലത്തും വേനല്ക്കാലത്തും നമ്മുടെ ദേഹം 98·4°F ചൂടു കാണിക്കുന്നു. കന്നുകാലികളും പക്ഷികളും ഈ സമ്പ്രദായമുള്ളവയാണ്. ഇപ്രകാരമുള്ള താപക്രമത്തോടു കൂടിയ ഉഷ്ണരക്തം (Warm-blooded) ജീവികൾ എന്നു പറയുന്നു. കന്നുകാലികൾക്കും പക്ഷികൾക്കും ദേഹത്തിലെ ചൂട് ഒരേമാതിരിയിലിരുപ്പാൻ രോമങ്ങളും തടിച്ച തോലുകളും ഉണ്ട്. പണ്ടുപണ്ടുള്ള ആളുകൾക്ക് ഇതിലേക്കായി ദേഹമാസകലം രോമങ്ങൾ ഉണ്ടായിരുന്നതായി ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ പറയുന്നു. അക്കാലത്തു അവർ ഉടുപ്പ് ഒന്നും ഇല്ലാതെ നടന്നിരുന്നു. ഇപ്പോൾ ഉള്ളവർ തണുപ്പും മററും അകററുന്നതിന്നു കമ്പിളിക്കുപ്പായം, ബൂട്ട്സ് മുതലായവ ധരിക്കുന്നു.

പൂച്ച, നരി, സിംഹം മുതലായവയുടെ ദേഹത്തിൽ നീണ്ട രോമങ്ങൾ ഉണ്ട്. അല്പാക്ക്, ചെമ്മരിയാട് മുതലായവയുടെ രോമം ശ്രുതിപ്പെട്ടവയാണ്. ആട്ടിൻരോമംകൊണ്ടു കുപ്പായം, തൊപ്പി മുതലായവ ഉണ്ടാക്കുന്നു. തണുപ്പുകാലങ്ങളിൽ ഇത്തരം വസ്ത്രങ്ങൾ ധരിക്കുന്നതിനാൽ നമ്മുടെ ദേഹത്തിലെ ചൂട് ഒരേ മട്ടിൽ ഇരിക്കും.

പോത്തു്, ആന എന്നിവയുടെ ദേഹത്തിൽ തടിച്ച തോലാണു് ഉള്ളതു്. തോലിന്മേൽ നീണ്ട രോമങ്ങളില്ല. വെള്ളക്കരടി, കടൽനായ് എന്നിവ തണുപ്പുരാജ്യങ്ങളിൽ കാണപ്പെടുന്ന ജീവികളാണു്. അവയുടെ ദേഹത്തിൽ തിങ്ങി വളരുന്ന രോമാവരണം ഉണ്ടാകും. വെള്ളത്തിൽ ജീവിക്കുന്ന തിമിംഗലത്തിന്നു ദേഹത്തിലെ ചൂടു നിലനിൎത്തുവാൻ ത്വക്കിന്നടിയിലായി കൊഴുപ്പുമയമായ ഒരു ആവരണം ഉണ്ടു്. പക്ഷികൾക്കു ദേഹത്തിൽ മാർദ്ദവമുള്ള ചെറുചിറകുകൾ ഉണ്ടു്.

ആയതിനാൽ ഉഷ്ണരക്തജീവികളിൽ താപക്രമവ്യത്യാസമില്ലാതിരിക്കുവാൻ പല തരത്തിലുള്ള ആവരണങ്ങൾ കാണുന്നു.

ചില ജീവികൾ ശീതരക്ത (cold-blooded) ജീവികളാകുന്നു. സ്ഥലവ്യത്യാസത്തിന്നും കാലവ്യത്യാസത്തിന്നും അനുസരിച്ചു് അവയുടെ ദേഹത്തിൻെറ ചൂടിന്നു ഏററക്കുറച്ചിലുണ്ടാകും; തണുപ്പുകാലങ്ങളിൽ ദേഹം വല്ലാതെ തണുത്തിരിക്കും; അപ്പോൾ അവ കഷ്ടപ്പെടും. ചിലവ ചത്തുപോകും. സൈബീരിയാ, കാനഡാ എന്നീ രാജ്യങ്ങളിൽ തണുപ്പുകാലത്തു് അനേകം ജീവികൾ ജാഡ്യാവസ്ഥയെ പ്രാപിച്ചു് ഉറക്കംതൂങ്ങികളായിത്തീരും. വെള്ളക്കുറുക്കൻ, വെള്ളക്കരടി മുതലായവ തണുപ്പു് വർദ്ധിക്കുമ്പോൾ ദീർഘകാലനിദ്രയെ പ്രാപിക്കുന്നു. ഉഷ്ണരാജ്യങ്ങളിൽ അത്യുഷ്ണം സഹിക്കവയ്യാതെ ചില ജീവികൾ ഉറങ്ങുക പതിവുണ്ടു്. അച്ചു് (snail) അതിൻെറ ഓടിനുള്ളിൽ ചുരുങ്ങിക്കൂടി ഉറങ്ങുന്നതു

മാച്ച്, ഏപ്രിൽ, മേയ് മാസങ്ങളിൽ നാം കണ്ടിരിക്കുമല്ലോ. ചില മത്സ്യങ്ങൾ കുളത്തിന്നടിയിൽ വേനൽക്കാലത്തു ചെന്നു കൂടുക പതിവാണ്. ജീവികളുടെ ഇങ്ങനത്തെ സമ്പ്രദായത്തിന്നു ദീർഘകാലനിദ്ര എന്നാകുന്നു പേർ.

കാലാവസ്ഥക്ക് വ്യത്യാസമുണ്ടാകുമ്പോൾ പക്ഷികൾ ഒരു രാജ്യത്തുനിന്നു വേറൊരു രാജ്യത്തിലേക്കു പറന്നു പൊയ്ക്കൊളളുന്നു. ഈ സമ്പ്രദായം മദ്ധ്യധരണിക്കടലിൻെറ ചുററുമുള്ള രാജ്യങ്ങളിലെ പക്ഷികളിലാണ് അധികമായി കണ്ടുവരുന്നത്. ഈ സമ്പ്രദായത്തിന്നു അന്യദേശഗമനം (Migration) എന്നാകുന്നു പേർ. സ്വാലോ (Swallow) എന്ന ഒരു വക പക്ഷി വേനൽക്കാലം മുഴുവനും ഇററലി രാജ്യത്തു കഴിച്ചുകൂട്ടുന്നു. തണുപ്പുകാലമാകുമ്പോൾ ഇംഗ്ലണ്ടിലേക്കു പാറന്നു പോകുന്നു.

ചില ജീവികളുടെ നിറം കാലവ്യത്യാസം അനുസരിച്ച് മാറുന്നു. ശീതമേഖലയിലെ കുറുക്കൻ തണുപ്പുകാലത്ത് വെളുത്തും വേനൽക്കാലത്തു തവിട്ടുനിറത്തോടും കൂടിയാണു കാണപ്പെടുന്നത്. പക്ഷികളിൽ ചിലത് കാലവ്യത്യാസത്തിന്നനുസരിച്ച് നിറവും മട്ടും മാറുക പതിവുണ്ട്. ഈ സമ്പ്രദായം ആൺപക്ഷികളിലാണ് അധികം കണ്ടുവരുന്നത്. വേറെ ചില ജീവികളിലും ഈ സംഗതി കണ്ടുവരാറുണ്ട്. മഴക്കാലത്ത് മഞ്ഞത്തവളയും മങ്ങിയ കറുപ്പുനിറമുള്ള തവളയും നാം കാണുന്നു. മഞ്ഞത്തവള ആണാകുന്നു. ഇങ്ങിനത്തെ നിറഭേദങ്ങൾ സന്താനോല്പാദകാലങ്ങളിലാണു കാണാറുള്ളത്.

ചെടികളിലും കാലാവസ്ഥക്കനുസരിച്ച് ചില മാററങ്ങൾ കാണാറുണ്ട്. തണുപ്പുരാജ്യങ്ങളിൽ വലിയ തണുപ്പുസമയത്തു സസ്യങ്ങളുടെ ഇലയെല്ലാം കൊഴിഞ്ഞുവീഴുന്നു. വസന്തകാലമാകുമ്പോൾ സസ്യങ്ങൾ തളിൎത്തു് വളരെ ഭംഗിയുള്ളവയായിത്തീരുന്നു. ചേമ്പിന് മഴക്കാലത്തു വീതിയുള്ള ഇലയുണ്ടാകും. വേനൽക്കാലമാകുമ്പോൾ ഇലകൾ എല്ലാം ഉണങ്ങിപ്പോകും. ശീതരാജ്യങ്ങളിലെ ചില ചെടികൾക്കു ഇലകളിന്മേൽ രോമങ്ങൾ കാണാം. ഈ രോമങ്ങൾ തണുപ്പുകാലങ്ങളിലായിരിക്കും അധികം ഉണ്ടാവുക. ഇവ ചെടികൾക്കു തണുപ്പു പററാതെ അവയെ രക്ഷിക്കുന്നു. ഇങ്ങിനത്തെ ചെടികൾ ഊട്ടകമണ്ഡിൽ (Oottacamund) ഉണ്ട്.

# അദ്ധ്യായം 3.

## കല്ക്കരി—കല്ക്കരിവാതകം കീൽ മുതലായവ—
## അമോണിയാവാതകം—ഹിമക്കട്ട ഉണ്ടാക്കൽ.

അംഗാരകത്തിന്റെ ഒരു വകഭേദമാകുന്നു കല്ക്കരി. ചില ദിക്കുകളിൽ കല്ക്കരി മണ്ണിൽ നിന്നു് കുഴിച്ചെടുക്കുന്നു, വളരെ കാലങ്ങൾക്കുമുമ്പു് വലിയ കാടുകൾ മണ്ണിന്റെ അടിയിൽപെട്ടു് ഭൂമിയുടെ അമൎച്ചശക്തിയാലും ഉള്ളിലുള്ള ചൂടിനാലും കാലാന്തരത്തിൽ കരിയായി മാറിനല്ലവണ്ണം ഉറച്ചുവശായ സാധനമാകുന്നു കല്ക്കരി.

വിറകു്, കല്ക്കരി മുതലായവയെ വായു അകത്തു കടക്കാതെ ആക്കീട്ടുള്ള പാത്രങ്ങളിലിട്ടു് ചൂടുപിടിപ്പിച്ചാൽ അവയിൽനിന്നു് വാതകങ്ങളും കീൽ മുതലായ വേറെ ചില സാധനങ്ങളും കിട്ടും. ഇങ്ങനെ ചെയ്യുന്നതിന്നു് 'നിൎന്നീരമായ വാററിയെടുക്കൽ' dry-distillation) എന്നാകുന്നു പേർ. കല്ക്കരികൊണ്ടു് ഈ ക്രിയ നടത്തുന്നപക്ഷം ചില പ്രത്യേകതരവാതകങ്ങളെ ശേഖരിക്കാം. ഒരു ഇരുമ്പുകൊണ്ടുള്ള വാൽപാത്രത്തിൽ (Retort) കല്ക്കരിയിട്ടു് ചൂടു പിടിപ്പിക്കുക. താപക്രമം 1200°Cൽ അധികമാകുമ്പോൾ 1) കല്ക്കരിവാതകം (Coal gas) 2) കീൽ (Coal tar) 3) അമോണിയ വാതകം എന്നിവ കിട്ടുന്നതാണു്. ഇവയെ വേർതിരിച്ചെടുക്കാം. ഈ വാതകങ്ങളെ ഒരു ആവിശീതിനി (Condenser) യിൽക്കൂടി വിടുക. കീൽവാതകമെല്ലാം ദ്രാവകമായിത്തീരും. ആവി ശീതിനിയിൽനിന്നു് വരുന്ന കുഴൽവെള്ളത്തിൽ വന്നു് അവസാനിക്കട്ടെ. അപ്പോൾ അമോണിയാവാതകം വെള്ളത്തിൽ

അലിയും. ഈ വെള്ളം ചൂടുപിടിച്ചാൽ അമോണിയാ വാതകം വീണ്ടും കിട്ടുന്നതാണ്. വെള്ളം വെച്ചിരിക്കുന്ന പാത്രത്തിന്റെ മൂടിയിൽക്കൂടി രണ്ടു ദ്വാരങ്ങളുണ്ടായിരിക്കും. അവയിൽ ഒന്നിൽക്കൂടിയാണ് റിട്ടാർട്ടിൽനിന്നു വരുന്ന കുഴൽവെള്ളത്തിന്റെ ഉള്ളിലേക്ക് പോകുന്നതു്. മററെ ദ്വാരത്തിൽക്കൂടി വെള്ളം തൊടാതെയുള്ള വേറൊരു കുഴൽ പുറമെ വരുന്നു. അതിൻ്റക്കൂടി ബാക്കിയായ കല്ക്കരി വാതകം വരുന്നതാണ്.

ഈ കല്ക്കരിവതേകം കത്തും. ഈ വാതകത്തെ ശുദ്ധീകരിച്ച് വലിയ പാത്രങ്ങളിൽ ശേഖരിക്കാം. അവിടെ നിന്നു കുഴൽവഴിക്ക് കൊണ്ടുപോയി യന്ത്രശാലകളിലെ വലിയ യന്ത്രങ്ങൾ പ്രവത്തിപ്പിക്കുവാനും അവിടങ്ങളിലെ വിളക്കുകൾ കത്തിക്കുവാനും ഉപയോഗിക്കാം.

ഈ കീലിൽനിന്നാണ് ബെൻസയിൻ, കാർബോളിക് അമ്ലം, നാഫ്തലീൻ മുതലായവ കിട്ടുന്നതു്. ഇങ്ങിനെ കിട്ടുന്ന ബെൻസയിൻ മുതലായ സാധനങ്ങളെക്കൊണ്ടു് പലവിധ ചായങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കാം.

**അമോണിയാവാതകം:**—ഒരു ടെസ്റ്റ് ട്യൂബിന്റെ മുഖത്ത് അതിന്നു് പററിയ ഒരു അടപ്പു് ഇടുക. ഈ അടപ്പിലെ ദ്വാരത്തിൽക്കൂടി ഒരു കുഴൽ കടത്തുക. കുഴലിന്റെ ഒരററം ട്യൂബിന്റെ ഉള്ളിലേക്ക് അധികം ചെല്ലേണ്ട ആവശ്യമില്ല. ഈ കുഴലിന്റെ മറെറ അററം കുറച്ചൊന്നു് വളഞ്ഞിരിക്കണം. വളഞ്ഞഭാഗം മേല്പോട്ടാക്കി, ട്യൂബ് ഒരു താങ്ങുകാലിന്മേൽ ഉറപ്പിക്കുക. കുറെ നവസാ

ര(Sal-ammoniac—അമോണിയം ഹരിതകയുതി)ത്തോട്ട് അതിൻെറ തൂക്കത്തിൻെറ ഇരട്ടി ചുണ്ണാമ്പ് (കാൽസിയം പ്രാണയുതി— Calcium oxide) കലൎത്തുക. ഈ കലൎപ്പിനെ ടെസ്റ്റ് ട്യൂബിൽ ഇട്ടു, കാക്കുകൊണ്ടു മുഖം നല്ലപോലെ അടക്കുക. ടെസ്റ്റ് ട്യൂബ് ചൂടുപിടിപ്പിക്കുക. വളഞ്ഞഭാഗത്തു് വേറൊരു ടെസ്റ്റ്ട്യൂബ് കമിഴ്ത്തി നിൎത്തുക. ഈ ടെസ്റ്റ്ട്യൂബിൽ ഒരു വാതകം ശേഖരിതമാകും. ഈ സംഗതി വാതകത്തിന്നുള്ള വാസനയിൽനിന്നു് മനസ്സിലാക്കാം.

ഈ വാതകത്തിൻെറ ചില ഗുണങ്ങൾ :-

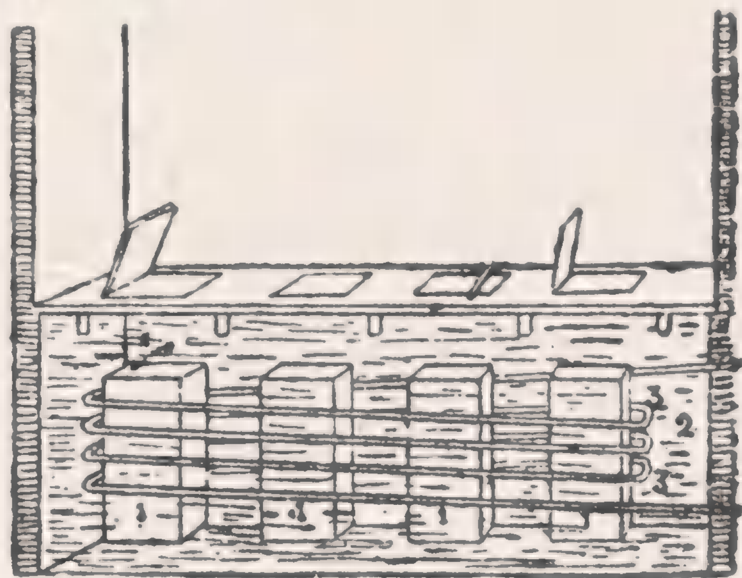
സ്വാഭാവിക ഗുണങ്ങൾ താഴെചേൎത്തവ ആകുന്നു. (1) നിറമില്ല. (2) തിക്ഷ്ണമായ ഒരു വാസന ഉണ്ടു്. (3) വായുവിനെക്കാൾ ഘനംചുരുങ്ങിയതാകുന്നു. (4)വെള്ളത്തിൽ അലിയും.

ചില ഭൌതികഗുണങ്ങൾ താഴെ പ്രസ്താവിക്കുന്നു :—
(1) നനഞ്ഞ ചുകന്നലിട്മസ്സുകടലാസിനെ ഇതു് നീലനിറമാക്കിത്തീൎക്കും. (2) അബ്ജഹരിതകികാമ്ലം അടുക്കെകൊണ്ടുവന്നാൽ ഈ വാതകം അതിനോടുചേൎന്നു് പുകയുടെ രൂപത്തിൽ അമോണിയം ഹരിതകയുതി ഉണ്ടാക്കുന്നു. (3) അമോണിയാദ്രാവകത്തോടു മയിൽതുത്തദ്രാവകം ചേൎത്താൽ ആദ്യത്തിൽ പച്ചനിറത്തിൽ ഒരു അവപാതിതം (percipitate) കിട്ടും, എന്നാൽ അമോണിയാദ്രാവകം അധികമായാൽ കട്ടയായിരുന്ന അവപാതിതം അലിഞ്ഞു നീലനിറമുള്ള ഒരു ദ്രാവകമായിമാറും.

അമോണിയാദ്രാവകം ഹിമക്കട്ട ഉണ്ടാക്കേണ്ടതിലേക്ക് ധാരാളം ഉപയോഗിച്ചുവരുന്നു.

**ഹിമക്കട്ട ഉണ്ടാക്കൽ**:—ഒരു ദ്രാവകം ആവിയാകുമ്പോൾ അത് കുറച്ച് തണുപ്പുള്ളതായ്ത്തീൎന്നുകാണാം. മദ്യസാരദ്രാവകത്തിൽ കൈമുക്കി വായുവിൽ വീശുക. മദ്യസാരം കാണാതാകുന്നു. നമുക്കു തണുപ്പ് അനുഭവമാകുന്നു. അമോണിയാവാതകത്തെ ദ്രാവകമാക്കാം. ഈ ദ്രാവകത്തെ ആവിയാക്കിയാൽ നല്ലതണുപ്പുകിട്ടും. അപ്പോഴുള്ള താപക്രമം 0°C — ൽനിന്നു താണുനില്ക്കും.

അമോണിയാവാതകത്തെ അമച്ചുശക്തി പ്രയോഗിച്ച് ദ്രാവകമാക്കാം. ഒരുഡിക്കിൽ ഈ ദ്രാവകം ശേഖരിതമായിരിക്കും ഈ ഡിക്കിന്റെ മേൽഭാഗത്തിൽനിന്നു പുറപ്പെടുന്ന ഒരു കുഴൽ ഉപ്പുവെള്ളം ഉള്ള ഒരു പാത്രത്തിൽ വെച്ചിരിക്കുന്ന ഭരണികൾക്ക് ചുററും വലയം വെക്കുന്നതാണ് (ചിത്രം 18.) പിന്നീട് ഈ കുഴലിന്റെ അററം പാത്രത്തിൽനിന്നു പുറമെവന്ന് ഒരു ആവിശീതിനിയിൽ എത്തിച്ചേരുന്നു. ഈ ആവിശീതിനിയിൽ അമച്ചുശക്തി പ്രയോഗിക്കുവാനുള്ള സൌകൎയ്യം



ചിത്രം 18.

1) ശുദ്ധജലം നിറച്ചിട്ടുള്ള ഭരണികൾ.
2) ഉപ്പുവെള്ളം.
3) അമോണിയാവാതകം വഹിച്ചുകൊണ്ട് ഭരണികൾക്ക് ചുററും വലയം വെക്കുന്ന കുഴൽ.

ഉണ്ടാകും. ഈ ശീതിന്നിയിൽ ഉള്ള ദ്രാവകം ആദ്യം പ്രസ്താവിച്ച ദ്രാവകസ്ഥാനത്തേക്ക് കൊണ്ടുപോകാവുന്നതാണ്.

ദ്രാവകസ്ഥാനത്തിൽനിന്ന് പുറമെ വരുന്ന കുഴൽ തുറക്കുമ്പോൾ ദ്രാവകം വാതകമായിത്തീരുന്നു. ഈ വാതകത്തിന് വലിയ തണുപ്പുണ്ടാകും. ഈ തണുപ്പുള്ള വാതകമാണ് ഉപ്പുവെള്ളത്തിൽ വലയം വെക്കുന്നത്. ആയതിനാൽ ഉപ്പുവെള്ളം തണുക്കുന്നു. ഇതിൻെറ താപക്രമം 0°C—ൽനിന്ന് താണുപോകാം. അപ്പോൾ ഭരണികളിൽ വെച്ചിരിക്കുന്ന ശുദ്ധജലം (pure water) ഹിമക്കട്ടയായിത്തീരുന്നു.

പാത്രത്തിൽനിന്ന് പുറമെ വരുന്ന വാതകം ആവിശീതിന്നിയിൽ എത്തി അമർച്ച്ശക്തി ഏല്ക്കുമ്പോൾ വീണ്ടും കുഴൽ വഴിക്ക് പാത്രത്തിൽ എത്തി ഉപ്പുവെള്ളത്തെ തണുപ്പിക്കുന്നതിൽ ഏർപ്പെടുന്നു.

---

## അദ്ധ്യായം 4.

### പെട്രോലിയം (Petroleum) ഭൂമിയിൽ എവിടെ കിട്ടുന്നുവെന്നു —ഉപയോഗങ്ങളും അതിൽനിന്നു് കിട്ടുന്ന പദാൎത്ഥങ്ങളും —ഭിന്നിതമായ വാററിയെടുക്ക (ഭിന്നിത-കാച്ചി വാററൽ—Fractioral distillation) ലിനാൽ വേർതിരിച്ചെടുക്കൽ.

പെട്രോലിയം മണ്ണിൽനിന്നു് കുഴിച്ചെടുക്കുന്ന ഒരു സ്നേഹദ്രവ്യമാകുന്നു. 'മണ്ണെണ്ണ' എന്നാണു് പേർ പറയേണ്ടതു്. എന്നാൽ 'മണ്ണെണ്ണ' എന്നു പറഞ്ഞുവരാറുള്ളതു് ഇതിനെ ശുദ്ധീകരിച്ചെടുക്കുന്ന എണ്ണക്കാണു്. പലവിധ ഹൈഡ്രോകാർബണു (Hydrocarbon) കൾ അടങ്ങിയ ഒന്നാകുന്നു ഈ എണ്ണ. ഹൈഡ്രോകാർബൺ എന്നതു് അബ്ജനകവായുവും അംഗാരകവും ചേൎന്നു് കിട്ടുന്ന സംയുക്തപദാൎത്ഥമാണു്.

പാരസീക (Persians)ൎക്കാണു് ആദ്യമായി ഈ എണ്ണയെപററിയുള്ള അറിവു് സിദ്ധിച്ചതു്. എന്നാൽ 19-ാം നൂററാണ്ടിൽ മാത്രമെ ഇതു് ഒരു വ്യവസായപദാൎത്ഥമായിത്തീൎന്നതു്. ഇപ്പോൾ അനവധി യന്ത്രങ്ങളും വാഹനങ്ങളും ഈ എണ്ണയുടെ സഹായത്താൽ ചേഷ്ടിക്കുന്നു. റോഡുകൾ നേരെയാക്കേണ്ടതിലേക്കും കട്ടിയായ പെട്രോലിയം ഉപയോഗിക്കാറുണ്ടു്.

ഭൂമിയുടെ പല ഭാഗത്തും മണ്ണിന്നടിയിലായി ഈ എണ്ണ കണ്ടുവരുന്നു. അമേരിക്കയിൽനിന്നു് വളരെ എണ്ണ കിട്ടുന്നുണ്ടു്. റഷ്യ, പേഷ്യ, ആസാം, ബൎമ്മ, റുമേനിയ

എന്നീ ദിക്കുകളിൽ ഈ എണ്ണയുടെ ഉറവുകൾ അനവധി ഉണ്ട്.

പെട്രോലിയത്തിൽനിന്ന് അനേകം സാധനങ്ങൾ കിട്ടുന്നു. മണ്ണിൽനിന്ന് ഈ എണ്ണ എടുക്കുമ്പോൾ അതു് വളരെ മലിനപ്പെട്ടിരിക്കും. അതു് മഞ്ഞിയ തവിട്ടുനിറത്തോടു കൂടിയതും കൊഴുത്തതും ആയ ഒരു എണ്ണയായിരിക്കും.

ഈ എണ്ണയിലെ ഹൈഡ്രോകാർബണുകളെ വേർതിരിച്ചെടുക്കുവാൻ 'ഭിന്നിതമായ വാററിയെടുക്കൽ' സമ്പ്രദായമാണ് നടത്തുക. ഈ ക്രിയയാൽ പ്രത്യേകങ്ങളായ താപക്രമങ്ങളിൽ വിവിധങ്ങളായ പദാൎത്ഥങ്ങൾ വാററിയെടുക്കാവുന്നതാണ്. ഒരു റിട്ടാർട്ടിൽ (വാൽ പാത്രം) പെട്രോളിയം ഒഴിക്കുക. റിട്ടാർട്ടിൻെറ ഉഷ്ണനില (താപക്രമം) കാണിക്കുവാൻ ഗോളത്തിലുള്ള ദ്വാരത്തെ മൂടിയിരിക്കുന്ന കോർക്കിലൂടെ ഒരു താപമാപകം (thermometer) കടത്തുക. റിട്ടാർട്ടിൻെറ വാൽഭാഗത്തിൽ ഒരു ഫ്ലാസ്ക്ക് വെക്കുക. ഈ ഫ്ലാസ്ക്ക് തണുത്തവെള്ളത്തിൽ പൊന്തിക്കിടക്കട്ടെ. ഫ്ലാസ്കിൻെറ മുഖം വെള്ളത്തിൽനിന്ന് വിട്ടിരിക്കണം. റിട്ടാർട്ട് ചൂടുപിടിപ്പിക്കുക.

70°Cന്നും, 90°Cന്നും ഇടയിലായി ഫ്ലാസ്കിൽ പെട്രോൾ ശേഖരിതമാകും. മോട്ടോർ വാഹനങ്ങൾ ഓടിക്കുവാൻ പെട്രോൾ വേണം.

90°Cന്നും, 150°Cന്നും ഇടയിൽ ബെൻസയിനും നാഫ്തയും കിട്ടുന്നു. ചായവും, വാൎണ്ണീഷും ഉണ്ടാക്കുവാൻ നാഫ്ത ഉപയോഗിക്കാമത്രേ.

150°Cന്നും, 300°Cന്നും ഇടയിൽ കറോസീൻ (kerosene) കിട്ടുന്നു വിളക്കുകൾ കത്തിക്കുവാൻ മണ്ണെണ്ണ നാം ഉപയോഗിക്കുന്നു. 150°Cന്നുമുകളിൽ കുറെ നിറമുള്ള മണ്ണെണ്ണ (kerosene) കിട്ടുന്നു. എന്നാൽ 180°Cന്നുമുകളിൽ നല്ല വെളുത്ത മണ്ണെണ്ണയാണ് ഉണ്ടാവുക.

റിട്ടാട്ടിൽ ബാക്കിയായ ദ്രാവകം തണുപ്പിക്കുക. ഇതിൽനിന്നു കട്ടിയായ സാധനം വേറിടുന്നു. അതിൽ പലവിധ പാരഫിനുകൾ (Paraffins) ഉണ്ടാകും. അവയിൽ മുഖ്യമായതു് പാരഫിൻ-മെഴുകാകുന്നു ഇതു് മെഴുകുതിരി ഉണ്ടാക്കുവാൻ ഉപകരിക്കുന്നു. ഈ റിട്ടാട്ടിൽ ബാക്കിയായതു് തണുപ്പിക്കുമ്പോൾ കട്ടിയായ ഭാഗം നീക്കം ചെയ്തു, തിൽപ്പിന്നെ കിട്ടുന്ന ദ്രാവകത്തിന്നാണ് വാസിലീനും (vaseline) ലൂബ്രിക്കേയിററിങ്ങ് (lubricating) എണ്ണയും കിട്ടുന്നതു്. ഇവ യന്ത്രങ്ങൾ കേടുവരാതിരിക്കുന്നതിന്ന് ഉപയോഗപ്പെടുന്നവയാണ്. ലൂബ്രിക്കേയിററിങ്ങ് എണ്ണ നല്ലപോലെ പരിഷ്കരിച്ചാൽ കിട്ടുന്നതു് വിരേചനത്തിന്നു പററിയ മരുന്നാകുന്നു. ഇവയെല്ലാം വേർതിരിച്ചെടുത്തതിൻെറ ബാക്കിയാകുന്ന പെട്രോളിയം-കരി (petroleum coke) വിറകുപോലെ കത്തിക്കുവാൻ ഉപയോഗിച്ചുവരുന്നു ഈ കരിയിൽനിന്നാണ് വിദ്യുച്ഛക്തി തരുന്ന സെല്ലുകളിലെ കാർബൺ ദണ്ഡുകൾ ഉണ്ടാക്കുന്നതു്.

പെട്രോളിയത്തിൽനിന്ന് ഭിന്നിതകാച്ചിവാററലിനാൽ കിട്ടുന്ന പദാൎത്ഥങ്ങളുടെ വിവരം താഴെ കാണിച്ചിട്ടുള്ള പട്ടികയിൽ ചേൎത്തിരിക്കുന്നു.

| പേർ. | കഥനാംകം. | ഉപയോഗം. |
| --- | --- | --- |
| പെട്രോലിയം ഈതർ. | $40° - 70°C$ | സ്നേഹദ്രവ്യങ്ങൾ നീക്കം ചെയ്യുവാൻ. |
| ഗാസോലിൻ (പെട്രോൾ) | $70° - 90°C$ | വിറകിന്നു പകരം |
| നാഫ്താ | $80° - 120°C$ | ചായം, വാർണ്ണീഷു എന്നിവ ഉണ്ടാക്കുവാൻ |
| ബെൻസയിൻ | $120° - 150°C$ | ,, |
| കരോസിൻ | $150° - 300°C$ | വിളക്കുകത്തിക്കുവാൻ |

# അദ്ധ്യായം 5

## സോപ്പും അതു് ഉണ്ടാക്കലും—കടലാസ് ഉണ്ടാക്കൽ.

വസ്ത്രങ്ങൾ അലക്കുവാനും മെഴുക്ക് ഇളക്കുവാനും മററും നാം സോപ്പ് ഉപയോഗിയ്ക്കുന്നു.

വാസ്തവത്തിൽ സോപ്പ് ഒരുതരം ലവണമാണ്. ലവണം എന്നതു് അമ്ലവും ക്ഷാരവും ചേൎന്ന ഒരു സംയുക്ത പദാൎത്ഥമാകുന്നു.

സോപ്പ് മൂന്നുപ്രകാരത്തിൽ ഉണ്ടാക്കാം. ആദ്യത്തെ സമ്പ്രദായത്തിൽ സോപ്പ് ഉണ്ടാക്കുവാൻ ഉപയോഗിയ്ക്കുന്ന ഘടകങ്ങളെ ചൂടുപിടിപ്പിയ്ക്കേണ്ട ആവശ്യമില്ല.

രണ്ടാമത്തെ രീതിയിൽ, ഘടകങ്ങളിൽ ഒന്നിനെ തിളയ്ക്കുന്ന മററേതിൽ ചേൎക്കണം. ബാക്കിയാകുവാൻ സാഗതിവരുന്ന ക്ഷാരഘടകത്തെ ഉണ്ടായ്ത്തീരുന്ന സോപ്പിൽ നിന്ന് തിരെ നീക്കം ചെയ്യണം.

സോപ്പുണ്ടാക്കുവാൻ (1) ക്ഷാരം (2) അമ്ലം എന്ന സാധനങ്ങൾ വേണം. സാധാരണയായി ക്ഷാരത്തിന് സോഡിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡ് അല്ലെങ്കിൽ പൊട്ടാസിയം ഹൈഡ്രോക്സൈഡ് ആണ് ഉപയോഗിയ്ക്കാറുള്ളതു്. സോപ്പുണ്ടാക്കുവാൻ വേണ്ടിവരുന്ന അമ്ലം എണ്ണകളിലാണ് ഉള്ളത്. എണ്ണ പഴകിയതായാൽ അമ്ലം നല്ലപോലെ ഉണ്ടായിരിയ്ക്കും. സാധാരണയായി വെളിച്ചെണ്ണ, പരുത്തിക്കൊട്ടെണ്ണ, വേപ്പെണ്ണ, ആവണക്കെണ്ണ, ചണയെണ്ണ എന്നിവയാണ് ഉപയോഗിയ്ക്കുന്നതു്.

**ചൂടുപിടിപ്പിക്കാതെ സോപ്പുണ്ടാക്കുവാൻ** വളരെ ശതാബ്ദങ്ങൾക്കു മുമ്പു തന്നെ ഈ സമ്പ്രദായം ജനങ്ങൾ അറിഞ്ഞിട്ടുള്ളതാണ്. ഉരുകിയ കൊഴുപ്പുകളിൽ ആവശ്യംപോലെ ക്ഷാരഭാഗം ചേർത്തിളക്കുക. എപ്പോൾ ഒരുവിധം ഉറച്ചസാധനം കിട്ടുന്നുവോ അപ്പോൾ ക്ഷാരം ചേർക്കുന്നതു് നിർത്തുക. രണ്ടുമൂന്നു ദിവസത്തേയ്ക്കു് ഇതു് തൊടാതെ ഒരിടത്തിൽ വെച്ചിരിക്കുക. സാധനം നല്ലപോലെ ഉറച്ചു് സോപ്പായിത്തീർന്നിരിക്കും. വെളിച്ചെണ്ണ ഉപയോഗിക്കുമ്പോൾ താഴെ ചേർത്തിട്ടുള്ള കൂട്ടു് പററിയതാണ്. ഒരു റാത്തൽ വീര്യമുള്ള സോഡിയം ഹൈഡ്രോക്ലൈഡിനോടു് ഒരു റാത്തൽ വെള്ളംചേർക്കുക. ഈ വിലയനത്തോടു 6 റാത്തൽ എണ്ണ കുറേശ്ശകുറേശ്ശയായിചേർത്തു് ഇളക്കുക. രണ്ടു ദിവസത്തോളം കൂട്ടിനെ ഒരിടത്തിൽവെയ്ക്കുക. പിന്നീടു്, ഉറച്ചുകാണുന്നസാധനത്തെ വേണ്ടപോലെമുറിച്ചെടുക്കുക.

**രണ്ടാമത്തെ രീതിപ്രകാരം സോപ്പു് ഉണ്ടാക്കുവാൻ** അമ്ലഭാഗമായി എടുക്കുന്ന കൊഴുപ്പോ എണ്ണയോ തിളപ്പിക്കുക. ഇതിനോടു് കുറേശ്ശകുറേശ്ശയായി വീര്യമുള്ള ക്ഷാരം (alkali) ചേർക്കുക. അമ്ലം അവസാനംവരെ തിളപ്പിക്കേണ്ടതാണ്. ക്ഷാരം ചേർക്കുമ്പോൾ നല്ലവണ്ണം ഇളക്കണം. കൂടക്കൂടെ പാത്രത്തിൽ വെള്ളം ചേർക്കണം. എപ്പോൾ ഒരുവിധം ഉറച്ചസാധനം പാത്രത്തിൽ ബാക്കിയാകുന്നുവോ അപ്പോൾ തിളപ്പിയ്ക്കൽ നിർത്തി സാധനത്തെ ഒരിടത്തിൽ രണ്ടുമൂന്നു ദിവസത്തോളം തൊടാതെ വെയ്ക്കുക.

**മൂന്നാമത്തെ രീതിപ്രകാരം സോപ്പുണ്ടാക്കുവാൻ** കൊഴുപ്പുകളും എണ്ണകളും ആണ്

ഇതിലേക്കു് ഉപയോഗിക്കേണ്ട അമ്ലഭാഗം. ഇവയെ ഒരു പാത്രത്തിൽ ഇട്ടു് കാച്ചുക. ഇതിൽ തിളക്കുന്ന ക്ഷാരം കുറേശ്ശ ചേർത്തു് ഇളക്കിക്കൊണ്ടിരിക്കുക. ആരംഭത്തിൽ വീര്യം ചുരുങ്ങിയ ക്ഷാരവിലയനം ചേർക്കാം എപ്പോഴാണോ ഇതു് താളിപോലെ കൊഴുക്കുന്നതു അപ്പോഴാം സോപ്പുണ്ടായിത്തുടങ്ങും. പിന്നീടു വീര്യമുള്ള ക്ഷാരവിലയനം ചേർക്കുക. ഈ അവസരത്തിൽ പാത്രം ചൂടുപിടിപ്പിക്കുന്നതു് നല്ലതാണു്. പാത്രത്തിലെ സാധനം വളരെ കട്ടിയാകുവാൻ ഇടവരുത്തരുതു്. ഇതിന്നായി കൂടക്കൂടെ വെള്ളം ചേർക്കണം. പാത്രത്തിലെ ഒരു സാധനം ഒരു ചട്ടുവം (ladle) കൊണ്ടു് കുറച്ചെടുത്തു് തണുപ്പിച്ചു് നാവിന്മേൽ വെക്കുക. നാവിൽ ഒരു തരിപ്പു് അനുഭവപ്പെടുന്നപക്ഷം, ക്ഷാരം ചേർക്കുന്നതു് നിർത്താം. ഇതിന്നുശേഷം, പാത്രത്തിലെ മിശ്രണത്തിൽ നിന്നു് ഉപ്പുചേർത്തു് സോപ്പുമാത്രം വേറിട്ടെടുക്കാം. വേണ്ടതിലധികം ഉപ്പു ചേർക്കരുതു്. സോപ്പെല്ലാം വേറിട്ടുവെന്നു് തീർച്ചയായാൽ തിളപ്പിക്കുന്നതു് നിർത്തി സാധനം തണുക്കുവാൻ ഒരിടത്തിൽവെക്കുക. കുറേ സമയം കഴിഞ്ഞാൽ പാത്രത്തിലെ സാധനം മൂന്നു് അട്ടികളായ്ക്കാണാം. ആദ്യത്തെ അട്ടി മീതെ പാറിക്കിടക്കുന്ന ഒന്നാണു്. ഇതിൻെറ ചോട്ടിലാണു് ശരിയായ സോപ്പുഭാഗമുള്ളതു്. അടിയിലുള്ള ദ്രാവകത്തിൽനിന്നു് ഈ ഭാഗം വേറിട്ടെടുക്കുക. ഇതിനോടു് വെള്ളം ചേർത്തു് വീണ്ടും തിളപ്പിക്കുക. അപ്പോഴം തരിത്തരിയായിരുന്ന സോപ്പുഭാഗം നല്ലപോലെ മയമുള്ളതായിത്തീർന്നു് ഒന്നിച്ചുചേരുന്നതാണു്. ഈ സാധനത്തെ തണുപ്പിച്ചു് വേണ്ടപോലെ മുറിച്ചു് സോപ്പുകട്ടകളാക്കാം. അടി

യിലത്തെ ദ്രാവകത്തിൽനിന്നാണ ഗ്ലിസറിൻ (Glycerine) ഉണ്ടാക്കുന്നതു്.

## കടലാസ്സുണ്ടാക്കൽ.

കീറത്തുണി, മുള, വൈക്കോൽ, ചില മരത്തിൻെറ ഭാഗങ്ങരം എന്നിവയാണു് കടലാസ്സുണ്ടാക്കുവാൻ ഉപയോഗിക്കുന്നതു്. കീറത്തുണികൊണ്ടു ഉണ്ടാക്കുന്ന കടലാസു് വളരെ വിശേഷപ്പെട്ടതാണു്.

കടലാസ്സുണ്ടാക്കുന്നതിലേക്കു്:—മരത്തടിയെ ഘനം കുറച്ചരുത്തു് പിന്നീടു് അവയെ കഷണം കഷണമാക്കി കുതിരുവാൻ വെള്ളത്തിൽ ഇട്ടുവെക്കുക. കുറേദിവസം കഴിഞ്ഞതിനുശേഷം ഇതിട്ടിരിക്കുന്ന പാത്രത്തിൽ കാരംസിയം-അമ്ലഗന്ധകകിജം (Calcium-bi-sulphite) ചേക്കണം. ഇങ്ങനെ ചെയ്യുമ്പോരം മരത്തിലെ സസ്യാംശം (cellulose) വേർതിരിഞ്ഞു കിട്ടും. പാത്രത്തിലുള്ള സാധനത്തിൽ വെള്ളം കുറച്ചുകൂടി ഒഴിച്ചു് നല്ലവണ്ണം തിളപ്പിക്കണം. തിളപ്പിക്കുന്ന അവസരത്തിൽ കുറച്ചു് ക്ഷാൽസിയം അബ്ജപ്രാണയുതി (Sodium Hydroxide) ചേക്കണം. തിളപ്പിച്ചുകിട്ടുന്ന സാധനത്തെ നല്ലവണ്ണം അരച്ചു് ഒരു കുഴമ്പുപോലെ ആക്കിത്തീക്കണം. ഇതിന്നു് കടലാസ്സുകൂഴു് (Paper-pulp) എന്നാകുന്നു പേർ. ബലത്തിന്നായ്ക്കൊണ്ടു് ഈ കൂഴിൽ കളിമണ്ണും ചേക്കാം. കൂഴിൽ അലക്കപ്പു് (bleaching powder) ചേത്തു് വെളുത്തതാക്കിത്തീക്കാം. ഈ കുഴമ്പിനെ ടെപ്പീസിയാകൃതിയിലുള്ള ഒരു തൊട്ടിയിൽ ഒഴിച്ചു് പാകത്തിൽ വെള്ളം ചേക്കുക. ഈക്കില്ലുകരം നിരത്തിവെച്ചു് കുതിരയുടെ വാൽരോമം കൊണ്ടു് ബന്ധിച്ചു് ഒരു പായ ഉണ്ടാക്കുക. അതിൻെറ മേൽ

ഒരു തുണി പരത്തുക. തുണിയുടെ ഉപരി ഒരു ചതുരശ്രവട്ടം വെക്കുക. പായോടൊപ്പം ഈ ചട്ടം പൊന്തിച്ചെടുത്തു് തൊട്ടിയിലെ ദ്രാവകത്തിൽ ചട്ടത്തിൻെറ വക്കു് തൊടത്തക്കവണ്ണം ആക്കുക. പിന്നീടു് ചട്ടംകൊണ്ടു് ദ്രാവകം ഇളക്കുക. ദ്രാവകത്തിലെ തരികൾ ഇളകി മറിഞ്ഞുതുടങ്ങുമ്പോൾ ചട്ടം ലംബമായി താഴ്ത്തി ചട്ടം സമനിരപ്പിലാക്കി ദ്രാവകത്തിൽനിന്നു് മേല്പോട്ടു് എടുക്കുക. അപ്പോൾ തുണിമേൽ ഒരു നേരിയ അട്ടി കണ്ടുതുടങ്ങും. നീർ വലിഞ്ഞ ഉടനെ ചട്ടം നീക്കി പായോടൊപ്പം തുണിയെ ഒരു ഫ്ലാനൽ തുണിമേൽ പരത്തി വെക്കുക. പായും അതിന്മേലുള്ള തുണിയും ഒന്നിച്ചു് ചുരുട്ടിയെടുക്കുക. എന്നാൽ ഫ്ലാനൽത്തുണിയിൽ കടലാസ്സ് പതിഞ്ഞിരിക്കുന്നതായിക്കാണാം. ഈ ഫ്ലാനൽ തോരാനിട്ടു് എട്ടുപത്തുമണിക്കൂർ കഴിഞ്ഞു് ഫ്ലാനലിൽനിന്നു് കടലാസ്സ് വേറിട്ടെടുക്കുക. പിന്നീടു്, ഉണ്ടാക്കിയ കടലാസ്സിന്മേൽ ഉരസി മിനുസം വരുത്തുക.

ദ്രാവകത്തിൽ ചട്ടം വെക്കുന്നതിന്നു മുമ്പു് കഞ്ഞിപ്പശയും പടികക്കാര വിലയനവും ചേർത്താൽ കിട്ടുന്ന കടലാസ്സ് കുറേക്കൂടിയും നല്ലതായിത്തീരും.

വ്യവസായശാലകളിൽ, കടലാസ്സുകുഴു് ഉണ്ടാക്കേണ്ടതിലേക്കും കുഴിലെ നീരുവലിക്കേണ്ടതിലേക്കും യന്ത്രങ്ങൾ ഉണ്ടു്. നീരു് വലിച്ചെടുക്കുന്നതു് ആവിയുടേയും ചൂടുള്ള ഉരുളുകളുടേയും സഹായത്താലാകുന്നു.

# അദ്ധ്യായം 6

## മണലും കണ്ണാടിയുണ്ടാക്കലും.

മണൽ എല്ലായിടത്തും ഉണ്ടു്. എന്നാൽ പുഴകളിലും സമുദ്ര തീരങ്ങളിലും ഉള്ള മണലിന്നു് ശുദ്ധി കൂടി ഇരിക്കും. മണൽ ഒരു സംയുക്ത പദാർത്ഥമാകുന്നു. ഇതിൽ രണ്ടു മൂലധാതുക്കൾ ഉണ്ടു് അവ (1) സിലിക്കൺ (Silicon) (2) പ്രാണവായു എന്നിവയാകുന്നു. അതിനാൽ മണൽ സിലിക്കൺ-പ്രാണയുതി ആകുന്നു.

കണ്ണാടി (Glass) ഉണ്ടാക്കുന്നതിലേക്കു് മണൽ അത്യാവശ്യമാണു്. വളരെക്കാലം മുമ്പു് തുടങ്ങിത്തന്നെ ഹിന്തുക്കളും ഈജിപ്തുകാരും ഗ്ലാസുണ്ടാക്കി വന്നിട്ടുണ്ടു്. ഈജിപ്തുകാരിൽനിന്നു് ഇററലിക്കാർ ഈവിദ്യ പഠിച്ചു. ഇന്നും യൂറോപ്പിലെ ബൊഹീമിയാ ഗ്ലാസ്സു് പേർ കേട്ടതാകുന്നു. തെക്കെ ഇന്ത്യയിൽ ഗ്ലാസുണ്ടാക്കുന്നതു് കാലാവസ്ഥകൊണ്ടു് ലാഭകരമല്ലെന്നു് പ്രവർത്തകന്മാർ അറിയുകകൊണ്ടു് ഇവിടെ ഗ്ലാസുണ്ടാക്കി വരുന്നില്ല. വടക്കെ ഇന്ത്യയിൽ ആകട്ടെ അതു് ഉണ്ടാക്കിവരുന്നുണ്ടു്.

6 : 2 : 1 എന്ന തോതിൽ മണലും സോഡ (Soda) യും ചുണ്ണാമ്പുകല്ലും ചേർത്തു മൂശയിൽ ഇട്ടു് ഉലയിൽവെച്ചു നല്ലവണ്ണം ഉരുക്കുക. ഇതു് ഉരുകുവാൻ 24 മണിക്കൂറോളം വേണ്ടിവരും. ഉരുകിയ ദ്രാവകത്തെ തണുപ്പിയ്ക്കണം. തണുക്കുമ്പോൾ ദ്രാവകത്തിൻെറ മുകളിൽ ഒരു കീടം കാണാം. ഇതു നീക്കം ചെയ്യണം. ബാക്കിയുള്ള ദ്രാവകത്തെ മെഴുകുപ്രായം ആകുന്നതുവരെ തണുപ്പിയ്ക്കണം. അതു

കൊണ്ടു പിന്നീട് ആവശ്യമുള്ള രൂപത്തിൽ നമുക്കു ഗ്ലാസ്സ് ഉണ്ടാക്കാം.

ഗ്ലാസുകൊണ്ടുണ്ടാക്കിയ പാത്രങ്ങളെ ഉറപ്പുള്ളവയാക്കിത്തീക്കേണ്ടതിലേയ്ക്കു് താഴെ പറയുംപ്രകാരമാണു ചെയ്യേണ്ടതു്.

ഒരു അടുപ്പിന്റെ മേൽ ഗ്ലാസുപാത്രം വെയ്ക്കണം. അതു ചൂട്ടുതുടങ്ങുമ്പോൾ അതിനെ സാവധാനത്തിൽ ചൂടു കുറഞ്ഞു് കുറഞ്ഞു് വരുന്ന ദിക്കിലേയ്ക്കു നീക്കിക്കൊണ്ടിരിക്കണം. ഇങ്ങിനെ ചെയ്യുമ്പോൾ ചൂടു ക്രമേണ ചുരുങ്ങും. പാത്രം എത്രത്തോളം സാവധാനത്തിലാണോ നാം ഇപ്രകാരം തണുപ്പിയ്ക്കുന്നതു് അതിന്നു് അത്രത്തോളം ഉറപ്പും കൂടുതലായുണ്ടാവും.

നിറമുള്ള ഗ്ലാസുണ്ടാക്കേണ്ടതിലേക്കു് ഉരുക്കുവാൻ ഉപയോഗിക്കുന്ന മണൽക്കൂട്ടിൽ ചില ലോഹപ്രാണയുതികൾ ചേക്കണം. ഇരുമ്പു-പ്രാണയുതികൾ ചേത്താൽ പച്ചയും സ്വർണ്ണപ്രാണയുതിയാണെങ്കിൽ ചുകപ്പും രജതപ്രാണയുതിയാണെങ്കിൽ മഞ്ഞയും നിറമുള്ള ഗ്ലാസുകൾ ഉണ്ടാക്കാം.

---

# അദ്ധ്യായം 7.

ശബ്ദം—ശബ്ദം ഉളവാക്കുന്ന ഉപകരണങ്ങൾ: 1. വായുസ്പന്ദന ത്തിനാൽ ശബ്ദിക്കുന്നവ, 2. കമ്പിയുടെ സഹായത്താൽ ശബ്ദിക്കുന്നവ, 3. കൊട്ടുമ്പോൾ ശബ്ദിക്കുന്നവ—പ്രതിധ്വനി—മെഗഫോൺ (Megaphone) സ്റ്റെത്തോസ്കോപ്പ് (Stethoscope)—ഗ്രാമഫോൺ (Gramophone)—മനുഷ്യരിലെ ധ്വനികളും ജ്ഞാനേന്ദ്രിയങ്ങളും അവ പ്രവർത്തിക്കുന്ന മട്ടും.

വായുവിൻെറ സഹായത്താലാണ് ഒരു സ്ഥലത്തിൽ നിന്നു വേറൊരു സ്ഥലത്തേക്കു ശബ്ദം പോകുന്നതു്. ഈ സംഗതി മനസ്സിലാക്കുവാൻ നാം ഒരു പരിശോധന ചെയ്യാം. ഒരു വായുപ്പമ്പിൻെറ പ്ലാറ്റുഫാറത്തിന്മേൽ നടന്നുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന ഒരു ടൈംപീസ് (time piece) വെച്ചു് അതിനെ ബെൽജാർ കൊണ്ടു മൂടുക. ഇപ്പോൾ ശബ്ദം ഒരുമാതിരി കേൾക്കുന്നു. പമ്പുകൊണ്ടു ബെൽജാറിലുള്ള വായു ചാമ്പി നീക്കംചെയ്തുകൊണ്ടിരിക്കുക. വായു നീങ്ങുന്നതിനെയനുസരിച്ചു് മണിക്കൂർ അടിക്കുന്ന ശബ്ദത്തിന്നു് ക്രമേണ ശക്തി ചുരുങ്ങിവരുന്നു. ആയതിനാൽ ശബ്ദം കേൾക്കേണമെങ്കിൽ വായുവേണം എന്നു് ഊഹിയ്ക്കാം.

ശബ്ദം പുറപ്പെടണമെങ്കിൽ വേറൊരു സംഗതികൂടിവേണം. ശബ്ദം ഏതു സ്ഥാനത്തിൽനിന്നു വരുന്നുവോ ആ സ്ഥാനം ചലനാവസ്ഥയിൽ ഇരിയ്ക്കണം. ആയതിനാൽ വായുവാകുന്ന മാദ്ധ്യമ (medium) ത്തിൽ ചലനമുണ്ടാകുമ്പോൾ ശബ്ദം പുറപ്പെടുന്നു.

മാധ്യമം വായുതന്നെ വേണമെന്നു നിർബ്ബന്ധമില്ല. വെള്ളം മുതലായ ദ്രാവകങ്ങളിലും മരം മുതലായ ഘനപദാർത്ഥങ്ങളിലും കൂടി ശബ്ദം പോകുന്നതാണ്. ശൂന്യസ്ഥാനത്തിൽകൂടി മാത്രം ശബ്ദം പോകുന്നതല്ല.

ശബ്ദം വായുവിലും മററും സഞ്ചരിയ്ക്കുന്നതു മാധ്യമത്തിൽ തരംഗങ്ങളെ ഉണ്ടാക്കീട്ടാണ്. നാം സംസാരിക്കുമ്പോൾ നമ്മുടെ ചുണ്ടുകൾ ചലിക്കുന്നതായ്ക്കാണാം. ഈ ചലനത്തിനു മുഖ്യകാരണം തൊണ്ടയിലെ ധ്വനിഞാണ് (vocal cord) കൾ ആകുന്നു. ഈ ചലനത്താൽ വായുടെ അടുക്കേയുള്ള വായുകണങ്ങൾ അടുത്തുകൂടുവാൻ ശ്രമിക്കുന്നു. ഇങ്ങനെ അടുത്തുകൂടുന്ന വായുകണങ്ങളുടെ തുടർച്ചയായുള്ള കുറെ വായുകണങ്ങളിൽ ഒരു വേവ്വാട് അനുഭവപ്പെടുന്നു. ഈ അടുത്തുകൂടലും വേവ്വാടും കുറെ ദൂരത്തേക്കു അനുഭവമാകും. പുറപ്പെടുവിക്കുന്ന അക്ഷരത്തിൻെറ ശബ്ദം അവസാനിക്കാറാകുമ്പോൾ അടുത്തുകൂടിയ വായുകണങ്ങൾ പൂർവ്വസ്ഥിതിയെ പ്രാപിക്കുവാനുള്ള ശ്രമങ്ങൾ തുടരുന്നു. അപ്പോൾ അടുത്തുകൂടിയ ക്രിയ നടന്നേടത്തു വിട്ടു പോവുക എന്ന സമ്പ്രദായമാണ് ഉണ്ടാവുക. ആയതിനാൽ നാം സംസാരിക്കുമ്പോൾ വായുകണങ്ങളിൽ ചലനമുണ്ടാവുന്നു. പക്ഷെ ഈ ചലനത്താൽ വായുകണങ്ങൾ മുന്നോക്കം മാത്രമല്ല ചുററുപാടിലേക്കും ആണു പോകുന്നതു്. അവ ഇരിക്കുന്ന സ്ഥാനത്തിൽനിന്നു ശബ്ദഗതിക്കനുസരിച്ച് ഇരുഭാഗത്തേയ്ക്കും ചാഞ്ചാടുക ആണു ചെയ്യുന്നതു്. വെള്ളത്തിൽ കല്ലെറിയുമ്പോൾ വെള്ളത്തുള്ളികൾ അനുഭവിയ്ക്കുന്ന ചലനത്തിനോട് ഈ ചാഞ്ചാട്ടത്തെ സാമ്യപ്പെടുത്താം.

കല്ലെറിഞ്ഞ ഉടനെ വെള്ളത്തിൽ ചെറിയ ഓളങ്ങൾ വൃത്താകാരത്തിൽ ആകലുന്നതു കാണാം. അതേമാതിരി, നാം സംസാരിക്കുമ്പോൾ ശബ്ദതരംഗ (Sound wave) ങ്ങൾ ഉത്ഭവിച്ചു ചുററുപാടിലേയ്ക്കും പ്രസരിക്കുന്നു. ഈ തരംഗങ്ങൾ വട്ടമിട്ടുചെന്നു് കേൾക്കുന്ന ആളുടെ കർണ്ണഭേരിയിൽ എത്തുന്നു. ആ കർണ്ണഭേരിയിൽ തരംഗങ്ങളുടെ ദോലന (Oscillation) ത്തിനൊത്തു് ചലനമുണ്ടാകുന്നു. ഈ ചലനഫലം ഉൾചെവിയിലെ ഞരമ്പുകളിൽ തട്ടുന്നു. അപ്പോൾ ശ്രോതാവു് ശബ്ദം കേൾക്കുന്നു.

ശബ്ദങ്ങൾ പുറപ്പെടുവിക്കുന്ന ഉപകരണങ്ങളെ മൂന്നു തരങ്ങളായി ഭാഗിക്കാം.

1. കാററിൻെറ സഹായത്താൽ ശബ്ദം പുറപ്പെടുവിക്കുന്നവ.

ഉദാഹരണങ്ങൾ :—നാദ(ഗ)സ്വരം, ഓടക്കുഴൽ, ഹാർമോണിയം (Harmonium).

2. കൊട്ടുമ്പോൾ ശബ്ദിക്കുന്നവ.

ഉദാഹരണങ്ങൾ :—ചെണ്ട, മദ്ദളം, ഗിഞ്ചിറ, മൃദംഗം.

3. കമ്പികളുടെ സഹായത്താൽ ശബ്ദിക്കുന്നവ.

ഉദാഹരണങ്ങൾ :—വീണ, ഫിഡിൽ, തംബുരു.

പ്രതിധ്വനി (Echo):—ഒരു റബ്ബർ പന്തു് ഒരു ചുവരിന്മേൽ എറിയുമ്പോൾ അതു് പിന്നോക്കം ചാടുന്നതായ്ക്കാണാം. ഇതേമാതിരിത്തന്നെ നീണ്ടുകിടക്കുന്ന ഒരു സമതലത്തിൻെറ മുൻവശത്തുനിന്നു് നാം ശബ്ദിച്ചാൽ ശബ്ദതരംഗങ്ങൾ അങ്ങേ അററത്തുള്ള ചുവരിൽ തട്ടി മടങ്ങിവ

രുന്നതാണ്. ചെവിയിൽ തട്ടിയ ഒരു ശബ്ദത്തിൻെറ അറിവ് സ്വല്പനേരത്തോളം ചെവിയിൽത്തന്നെ നില്ക്കും. ഈ ശബ്ദത്തിൻെറ ഊക്ക് നശിക്കുന്നതിന് മുമ്പു വേറൊരു ശബ്ദം ചെവിയിൽ വീഴുന്നതായാൽ തുടച്ച്യായായ ഒരു ശബ്ദത്തിൻെറ അനുഭവം നമുക്ക് ഉണ്ടാകും. ഇങ്ങിനത്തെ ഒരു അനുഭവം ഉണ്ടാകണമെങ്കിൽ ഒരു സെക്കണ്ടിൽ 10 പ്രാവശ്യം ശബ്ദതരംഗങ്ങൾ ചെവിയിൽ എത്തിച്ചേരണം. ആയതിനാൽ ഒരു സ്ഥാനത്തിൽനിന്ന് പ്രതിഫലിച്ച് (reflect) വരുന്ന ശബ്ദം $\frac{1}{10}$ സെക്കണ്ടിന്നിടയ്ക്ക് ചെവിയിൽ വീഴുന്നതായാൽ ആദ്യത്തെ ശബ്ദവും പ്രതിഫലിച്ചുണ്ടാകുന്ന ശബ്ദവും തിരിച്ചറിയുവാൻ പ്രയാസമാവും. നേരെ മറിച്ച് പ്രതിഫലിച്ചുവരുന്ന ശബ്ദതരംഗങ്ങൾ $\frac{1}{10}$ സെക്കണ്ട് കഴിഞ്ഞിട്ടാണ് ചെവിയിൽ വീഴുന്നതെങ്കിൽ ആ ശബ്ദവും അതിൻെറ പ്രതിധ്വനിയും വെവ്വേറെയായ് കേൾക്കാവുന്നതാണ്.

പ്രതിഫലിച്ചുവരുന്ന തരംഗങ്ങൾ $\frac{1}{10}$ സെക്കണ്ട് കഴിഞ്ഞു് ചെവിയിൽ വീഴുവാൻ, മേല്പറഞ്ഞ ചുമരിൽനിന്ന് എത്രദൂരെ നാം നില്ക്കേണ്ടതെന്നു എളുപ്പത്തിൽ കണക്കാക്കാം. ശബ്ദത്തിൻെറ ഗതിവേഗത (velocity) ഒരു സെക്കണ്ടിൽ 1100 അടിയോളമാകുന്നു. ആയതിനാൽ $\frac{1}{10}$ സെക്കണ്ടിൽ 110 അടി ദൂരം ശബ്ദതരംഗങ്ങൾ സഞ്ചരിയ്ക്കും. പ്രതിധ്വനിവിഷയത്തിൽ, ശബ്ദം പുറപ്പെടുന്ന സ്ഥാനത്തിൽനിന്ന് അതുചെന്ന് അലയ്ക്കേണ്ട ചുമരിൽ തട്ടി പ്രതിഫലിച്ച് പുറപ്പെട്ട സ്ഥലത്തേക്കു തിരിച്ചെത്തു

ന്നതിന്നു വേണ്ടിവരുന്ന ദൂരം ആകുന്നു ഈ 110 അടി. അതായതു് ശബ്ദംപുറപ്പെടുന്ന സ്ഥലത്തിൽനിന്നു് ചുമരിലേക്കു് 55 അടി ദൂരം ഉണ്ടായിരിക്കണം.

**മെഗഫോൺ** :— ഒരാൾ സംസാരിക്കുമ്പോൾ ആ ശബ്ദം ദൂരദിക്കിൽ കേൾക്കുവാൻ സഹായിക്കുന്ന ഒരു ഉപകരണമാണു് മെഗഫോൺ എന്നതു്. ഇതിന്റെ ആകൃതി സുമാർ ഒരു ഫണലിന്റേതായിരിക്കും. ഇതിന്റെ ഇടുങ്ങിയ ഭാഗത്തിൽക്കൂടി സംസാരിക്കുമ്പോൾ ശബ്ദതരംഗങ്ങൾ ഉപകരണത്തിന്റെ ഭിത്തികളിൽ തട്ടി പ്രതിഫലിച്ചു് നാലുപാടും പരക്കാതെ മുമ്പോട്ടുതന്നെ പ്രസരിപ്പിക്കുന്നു. 18 മുതൽ 24 അടി നീളമുള്ള മെഗഫോൺ വിളിക്കുമ്പോൾ 3 മൈൽ ദൂരത്തിന്നപ്പുറം കൂടി ശബ്ദം കേൾക്കാവുന്നതാണു്.

**സ്റ്റെത്തോസ്കോപ്പ്** :— മാറിടത്തെ പരിശോധിക്കാൻ ഡോക്ടർ ഉപയോഗിക്കുന്ന വക്ഷപരിശോധിനിയാകുന്നു ഈ ഉപകരണം. പാരിസ്സിലെ ലെയിനക്കെന്നൊ വൈദ്യനാണു് ഇതു് കണ്ടുപിടിച്ചതു്. ഈ ഉപകരണത്തിൽ (ചിത്രം 19) ഒരു സിലണ്ടർ ഉണ്ടാകും. ഈ സിലണ്ടരുടെ ഒരററം കുറച്ചൊന്നു് പരന്നിരിക്കും. മറേറ അററത്തിൽ രണ്ടു പിരിവുള്ള കുഴലുകൾ ഉണ്ടാവും. ഓരോ കുഴലിൽനിന്നും റബ്ബർക്കുഴൽ നീണ്ടുനില്ക്കും. ഓരോ റബ്ബർ—കുഴലിന്റെ



ചിത്രം 19.
വക്ഷപരിശോധിനി.

അററത്തും നീളമുള്ള ലോഹക്കുഴൽ ഉണ്ടാകും. ഈ ലോഹക്കുഴലുകളുടെ അററം ഉൾഭാഗത്തേക്കു് വളഞ്ഞിരിക്കും. ഈ അററങ്ങൾ ചെവിയിൽ വെച്ചിട്ടാണു് ഈ ഉപകരണം ഉപയോഗിക്കുന്നതു്.

ഈ ഉപകരണത്തെ സ്ഥലം മാററിമാററിവെച്ചു് ഹൃദയത്തിൻേറയും ശ്വാസകോശത്തിൻേറയും സ്പന്ദനം ഏതുമട്ടിലുള്ളതാണെന്നു് മനസ്സിലാക്കാം. ഈ ഉപകരണത്തിൻെറ ഭാഗങ്ങൾ ഘനപദാൎത്ഥങ്ങളായതുകൊണ്ടും അധികഭാഗവും കുഴലാകകൊണ്ടും സ്പന്ദനം ഊക്കുള്ളതായി അനുഭവപ്പെടും. ആയതിനാൽ ഹൃദയത്തിൻേറയും ശ്വാസകോശത്തിൻേറയും സ്പന്ദനങ്ങളെപ്പററി സ്പഷ്ടമായി അറിയാവുന്നതാണു്.

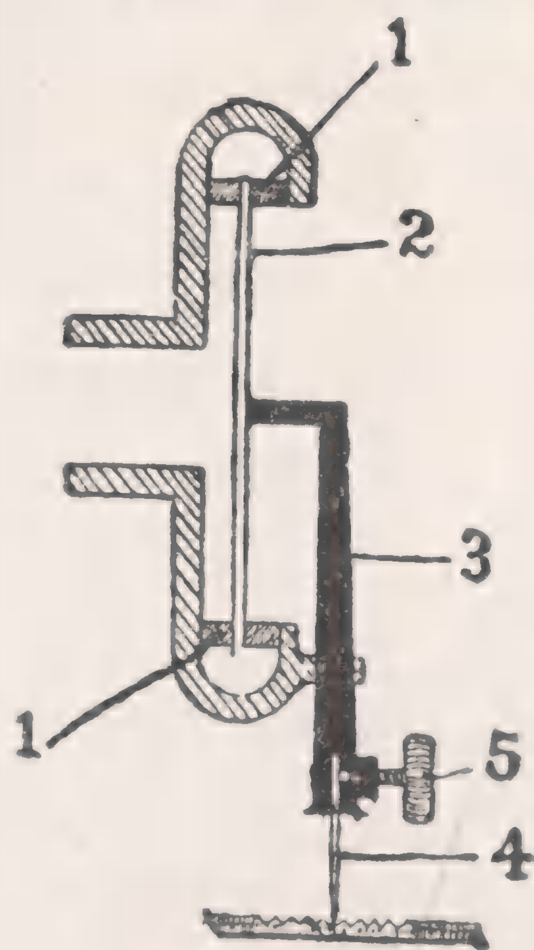
**ഗ്രാമഫോൺ (സ്വനഗ്രാഹിയന്ത്രം—Gramaphone)**:— അമേരിക്കക്കാരനായ തോമസ്സ് ആൽവാ എഡിസൻ ആണു് ഈ യന്ത്രം കണ്ടുപിടിച്ചതു്.

ഇതിലെ മുഖ്യഭാഗങ്ങൾ 1) ശബ്ദപ്പെട്ടി (sound box) 2) സൂചി 3) റിക്കാർഡു് എന്നിവയാകുന്നു.

റിക്കാർഡു് :—കീറത്തുണിപ്പൊടികൾ, ട്രിപ്പോലി (Tripoli)പ്പൊടി, ബേരിയം ഗന്ധകികജം (Barium Sulphate) അട്ടക്കരി എന്നിവയെല്ലാം ഷെല്ലക്കോ (Shellac) കൂടചേൎത്തു് അരച്ചുണ്ടാക്കുന്ന പശയെ നല്ലവണ്ണം അമൎത്തി തകിടുകളാക്കും. ഒരു ഗായകൻെറ പാട്ടു് മെഴുകുകൊണ്ടുണ്ടാക്കിയ തകിടിൽ യന്ത്രസഹായത്താൽ രേഖപ്പെടുത്തും. ഈ മെഴുകുതകിടിന്മേൽ വിദ്യുച്ഛക്തിയുടെ സഹായത്താൽ

ചെമ്പുവീഴ്ത്തും. ഈ തകിടിന്മേൽ ചെമ്പുവീഴ്ത്തുവാൻ ആദ്യം ഗ്രാഫയിററ് (Graphite) പൊടി തകിടിന്മേൽ തൂവണം (Scatter). ചെമ്പുവീഴ്ത്തിയ മെഴുകുകരുവിന്മേൽ ഷെല്ലക്കുപയോഗിച്ചുണ്ടാക്കിയതും ഉണങ്ങിയതുമായ തകിടുകൾ അമർത്തിയാൽ ചില അടയാളങ്ങൾ ഷെല്ലക്കുതകിടിൽ പതിയും. ഈ അടയാളങ്ങൾ പാട്ടുകാരൻ ഉണ്ടാക്കുന്ന ശബ്ദതരംഗങ്ങൾക്ക് അനുരൂപങ്ങളായിരിക്കും. ഒരു കരുവിൽ നിന്ന് അനേകം ഷെല്ലക്ക് റിക്കാർഡുകൾ എടുക്കാം.

**ശബ്ദപ്പെട്ടിയും സൂചിയും:—** ശബ്ദപ്പെട്ടിയാണ് ഈ യന്ത്രത്തിൻെറ മുഖ്യമായഭാഗം. ഇതിൻെറ ചിത്രം താഴെ ചേർത്തിരിക്കുന്നു. ഇതിൽ അഭ്രം (കാക്കപ്പൊൻ-mica)കൊണ്ടു ഉണ്ടാക്കിയ ഒരു നേരിയ തകിടു് ഉണ്ടു്. ഇതിന്നു് ഡയാഫ്രം (Diaphragm) എന്നാകുന്നു പേർ. ഇതിനെ



ശബ്ദപ്പെട്ടി ചിത്രം 20.

ചിത്രത്തിൽ '2' എന്നു് അടയാളപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്നു. ഈ തകിടു് റബ്ബർ ഉരുളുകൾ (1, 1) ക്കിടയിൽ നിർത്തിയിരിക്കുന്നു. ഡയാഫ്രത്തിൻെറ മധ്യത്തിൽനിന്നു് ഒരു നെമ്പുകോൽ (3) ചോട്ടിലേക്കു വരുന്നു. ഈ നെമ്പുകോലിൻെറ ആധാരം (Fulcrum)—ചിത്രത്തിൽ K—എന്ന സ്ഥാനത്താകുന്നു. ഈ കോലിൻെറ സ്വതന്ത്രമായ അററത്തിൽ സൂചി (4) ഉറപ്പിച്ചിരിക്കും. ഈ സൂചി ഉറപ്പിച്ചുനിർത്തുവാൻ ഒരു സ്ക്രൂ (5) ഉണ്ടു്.

ഗ്രാമഫോണിൽ റിക്കാർഡ് വെച്ച് തിരിച്ച് അതിന്മേൽ സൂചി വെക്കുന്നതായിരിക്കും. റിക്കാർഡിൽ രേഖകൾ പതിഞ്ഞിട്ടുണ്ടായിരിക്കുമല്ലോ. ഇവ വളരെ സൂക്ഷ്മമായും നിമ്നോന്നതങ്ങളായും ഇരിയ്ക്കും. ആയതിനാൽ സൂചി ഈ രേഖകളിൽക്കൂടി പോകുമ്പോൾ ചിലപ്പോൾ പൊന്തുകയും ചിലപ്പോൾ താഴുകയും ചെയ്യും ഇക്കാരണത്താൽ ഡയാഫ്രത്തിൽ ചലനമുണ്ടാകും. ഈ ചലനത്തിന്നനുസരിച്ച് വായുവിൽ തരംഗങ്ങൾ ഉണ്ടാകും. ഈ തരംഗങ്ങൾ ശ്രോതാവിന്റെ ചെവിയിൽ ചെന്നു തട്ടി അതിലെ കർണ്ണഭേരിയെ ചലിപ്പിക്കുന്നു. അപ്പോൾ ശ്രോതാവ് തകിടിൽ പതിഞ്ഞിട്ടുള്ള പാട്ട് കേട്ടുതുടങ്ങുന്നു.

ധ്വനിഞാണുകൾ :—ശ്വാസനാളത്തിന്റെ മുകളിലായി തൊണ്ടയുടെ മുൻഭാഗത്ത് ഒരവയവം കാണാം. ഇതാകുന്നു കൃകം (Larynx) എന്നത്. ഈ ഭാഗത്തിൽ ഞാണുകളെപ്പോലുള്ള രണ്ടു സാധനങ്ങളുണ്ട്. ഈ ധ്വനിഞാണുകൾ ഇളകുന്നവയാണ്. നാം സംസാരിയ്ക്കുമ്പോളും പാട്ടുപാടുമ്പോളും ഈ ഞാണുകൾ നീളുകയും ഇളകുകയും ചെയ്യുന്നതാണ്. ശബ്ദം പുറപ്പെടുവിക്കുന്ന വിഷയത്തിൽ ഈ ഞാണുകൾ ആണ് മുഖ്യമായി ഏർപ്പെടുന്നത്. ഈ ഞാണുകൾക്ക് പുറമെ നാവ്, പല്ല്, ചുണ്ട്, എന്നിവയും ശബ്ദം ഉണ്ടാക്കുന്നതിൽ നമ്മെ സഹായിക്കുന്നു.

---

## അദ്ധ്യായം 8.

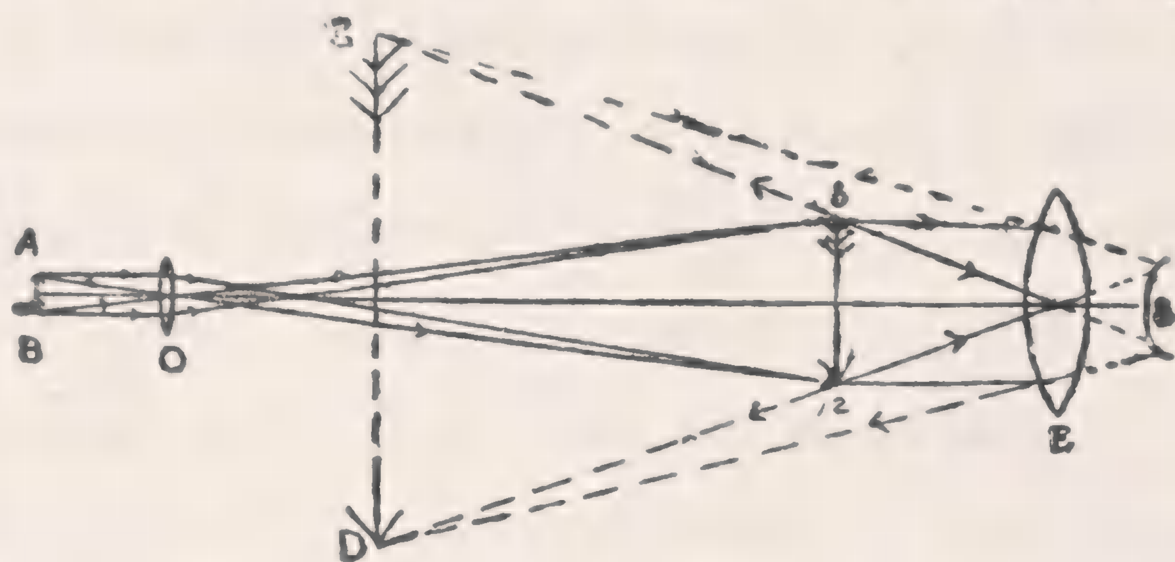
### ഭൂതക്കണ്ണാടി, സൂക്ഷ്മദർശിനി, ദൂരദർശിനി എന്നിവയുടെ ഉപയോഗങ്ങൾ—ഇവയുടെ പ്രവൃത്തികൾ.

**ഭൂതക്കണ്ണാടി**:—വാച്ചുനേരെയാക്കുന്നവൻ ആ വാച്ചിലെ സൂക്ഷ്മാംശങ്ങളെ പരിശോധിക്കേണ്ടതിലേയ്ക്ക് ഒരു ഭൂതക്കണ്ണാടി (Reading lens) ഉപയോഗിക്കുന്നതു് നിങ്ങൾ കണ്ടിരിക്കുമല്ലോ. വളരെ ചെറിയ അക്ഷരങ്ങൾ വായിക്കുവാൻ ഭൂതക്കണ്ണാടി ഉപയോഗിക്കാറുണ്ടു്. ഭൂതക്കണ്ണാടി ഒരു ഉന്നതോദരമായ യവം (Lens) ആകുന്നു. ഒരു യവം ഉപയോഗിയ്ക്കുമ്പോൾ 2 വിധം ബിംബങ്ങൾ ഉണ്ടാവും. അവ 1 ക്രിത്രിമബിംബം 2 വാസ്തവബിംബം എന്നിവയാകുന്നു.

ഉന്നതോദരയവത്തിൻെറ മുമ്പാകെ ഒരു മെഴുകുതിരി കത്തിച്ചുവെക്കുക. മെഴുകുതിരി യവത്തിൻെറ അടുക്കെയിരിക്കുമ്പോൾ അപ്പുറത്തിൽനിന്നു് നോക്കുന്നതായാൽ വലുതായതും നിവന്നതും സ്ക്രീനിൽ പിടിക്കാൻ സാധിക്കാത്തതും ആയ ഒരു ബിംബം കാണാം. ഇതു് കൃത്രിമബിംബമാകുന്നു. യവത്തിൻെറ നാഭി (focus) വിട്ടു് മുൻഭാഗത്തായി മെഴുകുതിരിവിളക്കു് വെക്കുക. യവത്തിൻെറ പിന്നിലായി ഒരു സ്ക്രീൻ പാകംപോലെ നീക്കി നിർത്തുക. പ്രത്യേകമായ ഒരു സ്ഥാനത്തിൽ സ്ക്രീനിൽ ഒരു ബിംബം കാണാം. ഇതു് വാസ്തവികബിംബമാണു്. ഇതു് തലകീഴായതാണു്.

ഭൂതക്കണ്ണാടിയിൽക്കൂടി നോക്കുമ്പോൾ കിട്ടുന്ന ബിംബം കൃത്രിമവും വലുതും ആണു്. ഭൂതക്കണ്ണാടിയെ Simple microscope എന്നു് പറയാറുണ്ടു്.

**സാക്ഷാൽ സൂക്ഷ്മദർശിനി:—** ഭൂതക്കണ്ണാടി കൊണ്ടു് അതിസൂക്ഷ്മവസ്തുക്കളെ കാണുവാൻ സാധിക്കുന്നതല്ല. സാക്ഷാൽ സൂക്ഷ്മദർശിനികൊണ്ടു് ഇതു് സാധിക്കും. ഇങ്ങിനത്തെ ദർശിനിയുടെ ചിത്രം നോക്കുക. ഇതിൽ രണ്ടു് ഉന്നതോദരയവങ്ങൾ ഉണ്ടാകും. ഒരു യവം (O) എന്നതു്

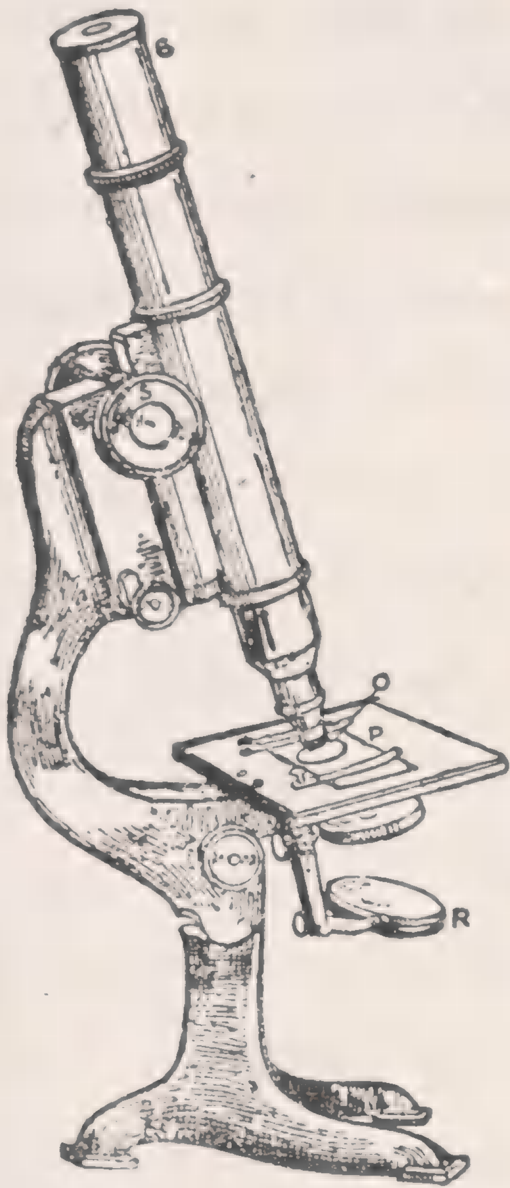



ചിത്രം 22—രണ്ടു് ഉന്നതോദരങ്ങളുള്ള സൂക്ഷ്മദർശിനിയുടെ ഭാഗങ്ങൾ വേർപെടുത്തി കാണിച്ചിട്ടുള്ളതു്; വരകൾ രശ്മികൾ പോകുന്നതെങ്ങിനെയെന്നു് കാണിക്കുന്നു.

സാധനത്തിന്റെ അടുക്കെയുള്ളതാണു്. ഇതിന്നു് സാധനയവം (Object glass) എന്നു് പേരാകുന്നു. ഇതിന്റെ നാഭ്യന്തരം (Focal length) വളരെ ചെറുതാകുന്നു. E എന്നു് ചിത്രത്തിൽ കാണുന്നതു് കണ്ണിന്റെ അടുക്കെയുള്ളതാകുന്നു. ഇതിനെ നേത്രയവം (eyepiece) എന്നു് പറയുന്നു. ഇതിന്റെ നാഭ്യന്തരം നീളമുള്ളതാകുന്നു. ഈ രണ്ടു യവങ്ങളെ കുഴലുകളിൽ പിടിപ്പിച്ചിരിക്കും. ഉപകരണത്തിൽ കാണുന്ന ഒരു സ്ക്രൂതിരിച്ചു് Eന്റും Oന്റും ഇടയിലെ ദൂരം വേണ്ടപോലെ വർദ്ധിപ്പിയ്ക്കാം.

23-ാം ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിട്ടുള്ളതു് കുഴലിലും മററും പിടിപ്പിച്ചു് ശരിപ്പെടുത്തീട്ടുള്ള സൂക്ഷ്മദർശിനി ആകു

ന്നു. കുഴലിൻെറ ചോട്ടിൽ ഒരു പ്ലാട്ടഫാറം കാണാം. അതിൻെറ മുകളിലാണ് സാധനം (P) വെക്കുക. ഇതിന്നു ശോഭകിട്ടുവാനാണ് ഏററവും അടിയിൽ കാണുന്ന നതോദരദപ്പണം (Concave mirror) വെച്ചിട്ടുള്ളതു്.



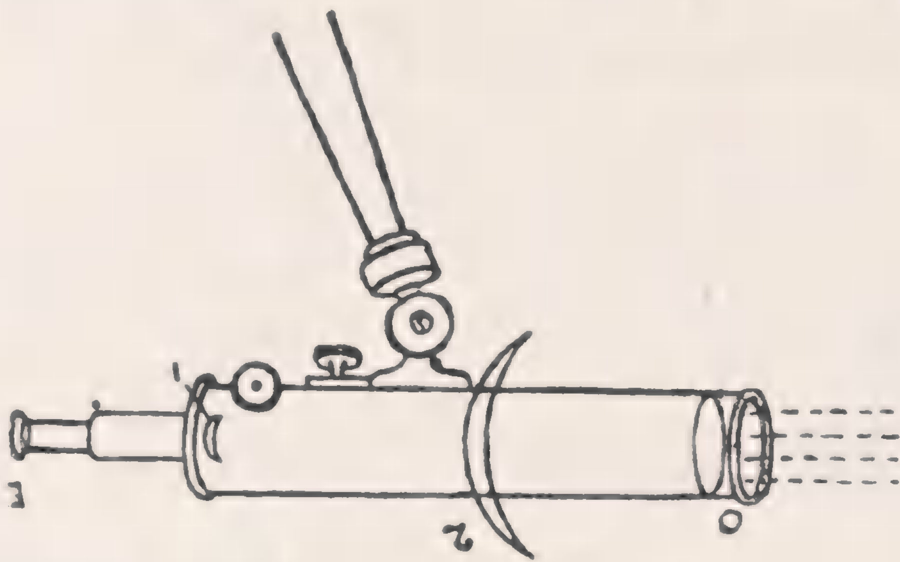
ചിത്രം 23.

സാക്ഷാൽ സൂക്ഷ്മദർശിനി

സാധനയവത്തിൻെറ $F_1$ന്നും $2F_1$ന്നും ഇടയിൽ സാധനം (AB) വെക്കുമ്പോൾ 'ba' (ചിത്രം 22 നോക്കുക) എന്നു് അടയാളപ്പെടുത്തീട്ടുള്ളതുപോലെ ഒരു വാസ്തവബിംബം ഉണ്ടാകുന്നതാണ്. ഈ വാസ്തവബിംബത്തെ നേത്രയവം നോക്കുന്നു. നേത്രയവത്തെ അങ്ങോട്ടും ഇങ്ങോട്ടും നീക്കി, ഈ ബിംബം നേത്രയവത്തിൻെറ $F_1$ന്നും നേത്രയവത്തിന്നും ഇടയിൽ വരത്തക്കവണ്ണമാക്കിയാൽ നേത്രയവത്തിൻെറ മുമ്പിലായി CD എന്നു കാണിച്ചിട്ടുള്ള വലിയ കൃത്രിമബിംബം കിട്ടും. ആയതിനാൽ സാക്ഷാൽ സൂക്ഷ്മദർശിനി വളരെ ചെറിയ വസ്തുക്കളെ നല്ലപോലെ കാണുവാൻ സഹായിക്കുന്നു.

**ദൂരദർശിനി (Telescope)**:ദൂരത്തിലുള്ള സാധനങ്ങളെ നല്ലപോലെ വ്യക്തമായ് കാണുവാൻ ഉപകരിക്കുന്ന ഒരു ഉപകരണമാണിതു്. ഇതിൽ രണ്ടു് ഉന്നതോദരയവങ്ങൾ ഉണ്ടു്. ആദ്യത്തേതു് സാധനത്തിൻെറ അടുക്കെ

യുള്ള സാധനായവം (O)ആകുന്നു. ഇതിൻെറ നാഭ്യന്തരം നീളമുള്ളതാകുന്നു. രണ്ടാമത്തേതു് നേത്രയവം (E) ആകുന്നു ഇതിൻെറ നാഭ്യന്തരം നീളം കുറഞ്ഞതാകുന്നു. സാധനായവം ഒരു കുഴലിൻെറ അററത്തിൽ വെച്ചിരിക്കും.



ചിത്രം 24 ദൂരദശിനി.

ഈ കുഴലിൽ നീക്കാവുന്ന മററു കുഴലുകൾ ഉണ്ടാവും. ഏററവും ഉള്ളിലത്തെ കുഴലിൽ കണ്ണിൻെറ അടുക്കെ പിടിക്കേണ്ടുന്ന നേത്രയവവും ഉണ്ടായിരിക്കും.

ഈ ദൂരദശിനികൊണ്ടു് ഭൂതലത്തിലെ സാധനങ്ങളെ നോക്കിയാൽ അവ തലകീഴായിരിക്കുന്നതു് കാണാം. ആയതിനാൽ ഭൂതലസാധനങ്ങളെ പരിശോധിക്കുവാൻ ഇപ്രകാരമുള്ള ദൂരദശിനികൾ പററുന്നവയല്ല. ജോതിർഗോളങ്ങളും നക്ഷത്രങ്ങളും വൃത്താകൃതിയിൽ ഉള്ളവയാണു്. അവയെ ഇങ്ങിനത്തെ ദൂരദശിനികൊണ്ടു് നോക്കുന്നപക്ഷം അവ വലുതായിക്കാണപ്പെടുന്നതാണു്; എന്നാൽ രൂപവ്യത്യാസം തോന്നുകയുമില്ല. ആയതിനാൽ ഇപ്പോൾ വിവരിച്ചുകഴിഞ്ഞ ദൂരദശിനിയെ ജ്യോതിഷദൂരദശിനി (Astronomical telescope) എന്നു പറയുന്നു.

ഭൂതലസാധനങ്ങളെ പരിശോധിക്കുവാനുള്ള ദൂരദശിനികളും ഉണ്ടു്. അവയുടെ പ്രവൎത്തനവും മററും എളുപ്പത്തിൽ മനസ്സിലാക്കുവാൻ കഴിയാത്തവയാണു്.

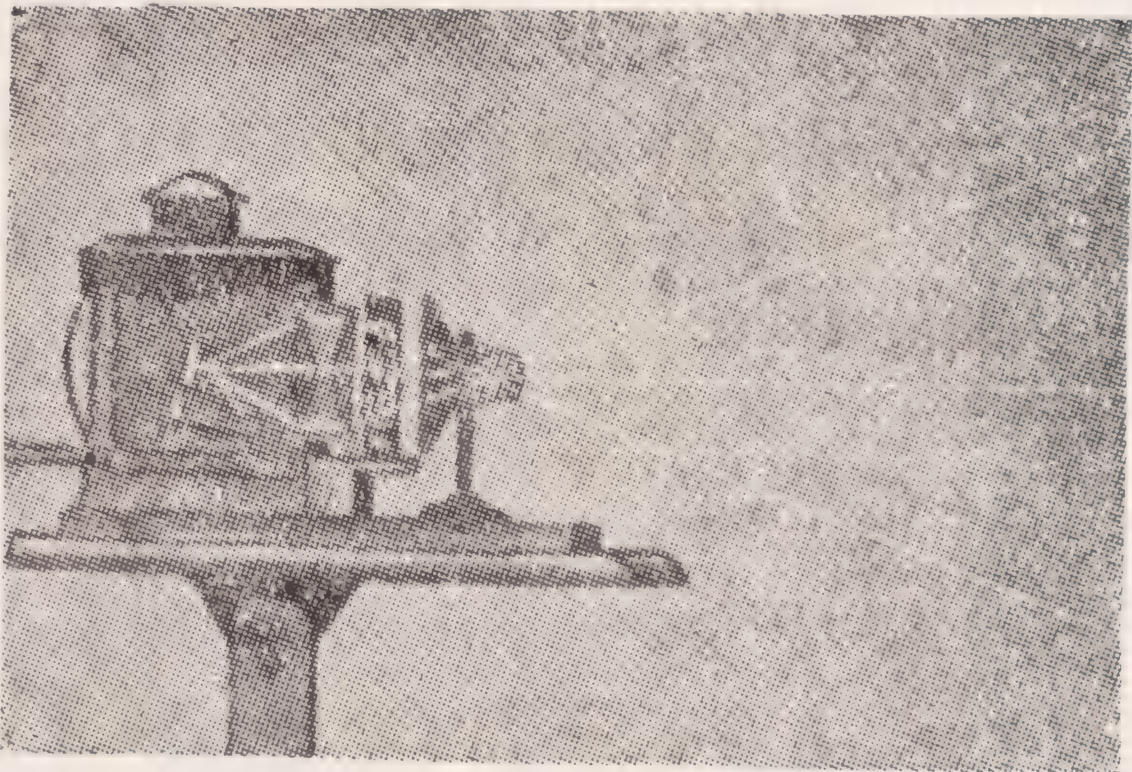
---

## അദ്ധ്യായം 9.

## മായാദീപ(magic lantern)വും ഉപയോഗങ്ങളും.

ഒരു തിരശ്ശീലയിൽ വലിയൊരു വാസ്തവിക ബിംബം ഉളവാക്കുന്ന ഒരു ഉപകരണമാണ് മായാദീപം എന്നതു്.

താഴെ കാണിച്ചിട്ടുള്ളതു് മായാദീപ (optcial or magic lantern) ത്തിൻെറ ചിത്രമാണ്. ഇതിൽ കാണു



ചിത്രം 25. മായാദീപം.

ന്ന പെട്ടിയ്ക്കുള്ളിൽ ഒരു വിളക്കുണ്ടായിരിക്കും. ഇതിൻെറ പിന്നിൽ ഒരു നതോദരദർപ്പണം (നടുതാണിരിക്കുന്ന കണ്ണാടി) വെച്ചിരിക്കും. വിളക്കിൻെറ മുമ്പിൽ ഒരു നതോദരയവം ഉണ്ടായിരിക്കും. ഇതിൻെറ മുൻഭാഗത്തുള്ള പിളപ്പിൽ ഫിൽമ് (Film) വെയ്ക്കുവാനുള്ള ഏപ്പാട്ട് ഉണ്ടായിരിക്കും. അതിൻെറ മുൻഭാഗത്തു് തിരശ്ശീലയിൽ വലുതായ ബിംബം ഉളവാക്കാനുള്ള ഒരു ഉന്നതോദരയവം ഉണ്ടായിരിക്കും.

ഈ ഉപകരണത്തിൽ . വെച്ചിട്ടുള്ള ഫിൽമിൻെറ വാസ്തവികബിംബമാണ് തിരശ്ശീലയിൽ കിട്ടുക. ഉപക

രണത്തിൽനിന്ന് തിരശ്ശീല ദൂരത്തിലായിരിക്കും കെട്ടിയിരിക്കുക. മുൻഭാഗത്തുള്ള യവത്തിന്റെ 2Fന്ന് അപ്പുറമായിരിക്കും ഈ തിരശ്ശീല വെയ്ക്കുക. ബിംബം നിവൎന്നിരിക്കണമെങ്കിൽ ഫിൽമ് തലകീഴായ് പിടിയ്ക്കണം. ഫിൽമ്, കാമിറാ (Camera) വിൽനിന്നെടുക്കുന്ന മറുപടം (Negative) അല്ലെങ്കിൽ നെഗററിവ് ആകുന്നു. മുൻഭാഗത്തുള്ള $F_1$ന്നും $2F_1$ന്നും ഇടയിലായ് ഫിൽമ് വെയ്ക്കുന്നതാണ്. ദീപത്തിൽനിന്ന് പുറപ്പെടുന്ന രശ്മികളെ നതോദരദപ്പണം സമാന്തരങ്ങളാക്കിത്തീക്കുന്നു. ഇതിന്നും പുറമെ ഈ രശ്മികളെ പ്രതിഫലിപ്പിച്ച് ഫിൽമിന്റെ ഭാഗത്തേക്ക് അയക്കുന്നു. ഈ സമാന്തരരശ്മികളെ വിളക്കിന്റെ മുമ്പിലുള്ള നതോദരയവം കുറച്ചൊന്നു വളച്ച് ഫിൽമിൽ നല്ലപോലെ വീഴുവാൻ സൌകൎയ്യപ്പെടുത്തുന്നു. ഫിൽമ് എത്രത്തോളം ശോഭിക്കുന്നുവോ അത്രത്തോളം സ്ക്രീനിൽ (തട്ടികയിൽ) കാണുന്ന ബിംബം വ്യക്തമായിരിക്കും

ആരോഗ്യഡിപ്പാർട്ടുമെണ്ടുകാർ (Health Department) കഗ്രാമങ്ങളിൽ ആരോഗ്യത്തെപ്പററിയുള്ള ഉപദേശങ്ങൾ ഗ്രാമീണൎക്ക് കൊടുക്കുവാൻ മായാദീപപ്രദൎശനം നടത്തുന്നു. വിദ്യാലയങ്ങളിൽ ഭൂമിശാസ്ത്രം പഠിപ്പിക്കേണ്ടതിലേയ്ക്ക് മായാദീപം സഹായിക്കുന്നു. മായാദീപത്തിലെ തത്വത്തെ സംസ്കരിച്ചിട്ടാണ് ചലനചിത്രപ്രദൎശനം നടപ്പിൽ വരുത്തുവാൻ ശാസ്ത്രജ്ഞന്മാർ ശ്രമിച്ചത്.

## അദ്ധ്യായം 10.

### ചലനചിത്രങ്ങൾ—എങ്ങിനെ ഉണ്ടാക്കി പ്രദർശിപ്പിക്കുന്നു.

നമ്മുടെ കണ്ണിന്ന് ഒരു ഗുണമുണ്ട്. കണ്ണ് നോക്കിയ ഒരു സാധനത്തെ അതിൻെറ സ്ഥാനത്തിൽനിന്ന് നീക്കം ചെയ്തുകഴിഞ്ഞതിൽപിന്നെ $\frac{1}{24}$ സെക്കണ്ടോളം ഇടവിടാതെ സാധനത്തിൻെറ ബിംബം കണ്ണിന്ന് മുമ്പിൽ ഇരിക്കുന്നതായ് നമുക്കുതോന്നും. ആയതിനാൽ $\frac{1}{24}$ സെക്കണ്ട് കഴിയുന്നതിന്ന് മുമ്പായ് ആദ്യം ഇരുന്ന സാധനത്തിൻെറ സ്ഥാനത്ത് വേറൊരു സാധനം വരുന്നപക്ഷം ഈ രണ്ടു സാധനങ്ങളും ഒന്ന് ഒന്നിനെ തുടരുന്നതായ് നമുക്ക് പ്രത്യക്ഷപ്പെടും.

ഒരു ചവിട്ടുവണ്ടിയുടെ ചക്രം വേഗത്തിൽ തിരിക്കുക. അതിലുള്ള ഇരുമ്പുകമ്പികളെ വേർതിരിച്ചറിയുവാൻ പ്രയാസമാകുന്നു. കമ്പികളെല്ലാം ഒന്നായി ചേർത്തുപോലെ തോന്നുന്നു. വിദ്യുച്ഛക്തിവിശറിയിൽ ഇലകൾപോലുള്ള നാലു സാധനങ്ങൾ കാണാം; എന്നാൽ വിശറി ചുററുമ്പോൾ ഈ ഇലകളെ വേർതിരിച്ചറിയുന്നതു് പ്രയാസമാണ്.

ചക്രം തിരിയുമ്പോൾ നേത്രാന്തരപടല (Retina) ത്തിൽ പതിഞ്ഞ ഒരു കമ്പിയുടെ ബിംബം മറയുന്നതിന്നു മുമ്പുതന്നെ വേറൊരു കമ്പിയുടെ ബിംബവും പടലത്തിൽ അതേ സ്ഥാനത്ത് വീഴുന്നു. അതുകൊണ്ടാണ് കമ്പികളെ വ്യക്തമാക്കി മനസ്സിലാക്കുവാൻ സാധിയ്ക്കാതെ വന്നതു്.

കണ്ണിനുള്ള ഈ ഗുണത്തെ ആസ്പദമാക്കീട്ടാണ് ചലനചിത്രപ്രദർശനം നടത്തുന്നതു്.

ചലനചിത്രപ്രദൎശനം ഉണ്ടാവാൻ മുഖ്യമായ് ഒരു ചുരുൾ ഫിൽമ്‌വേണം. ഈ ഫിൽമിൽ നടന്മാരുടെ അഭിനയബിംബം വീഴ്ത്തും. ഇതിന്നു പ്രത്യേക തരത്തിലുള്ള കാമിറാ ഉണ്ടായിരിക്കും. ഈ കാമിറാവിൽനിന്ന് ഒരു സെക്കണ്ടിൽ 16—20 ചിത്രങ്ങൾ ഫിൽമിൽ വീഴ്ത്താം. ഈ ഫിൽമ് നെഗററീവാണ്. ഇതിൽനിന്നു വേറൊരു ഫിൽമിൽ നെഗററീവിൻെറ പ്രതിബിംബം എളുപ്പത്തിൽ എടുക്കാം. ഈ നേർപ്പകൎപ്പു ഫിൽമ് ആണ് പ്രദൎശനത്തിന്നുപയോഗിക്കുക.

ഈ നേർപ്പകൎപ്പു-ഫിൽമിനെ മായാദീപത്തിലുള്ള പിളൎപ്പിൽ ചുററത്തക്കവണ്ണം വെക്കും. ഫിൽമുചുരുളു നീളുന്നതോടുകൂടി അതു് വേറൊരുസ്ഥാനത്തു് ചുററുന്നതായിരിക്കും. ഈ ഉപകരണത്തിൽ ആവശ്യമുള്ള ഗതിവേഗത്തോടെ പകൎപ്പു-ഫിൽമിനെ അയച്ചുവിടുവാനുള്ള ഏൎപ്പാടുണ്ടായിരിക്കും. തിരശ്ശീലയിൽ വീഴുന്ന ബിംബങ്ങൾക്ക് ഒരു തുടൎച്ച ഉണ്ടാകത്തക്കവണ്ണമാണ് ഫിൽമ് തിരിയുക.

---

വിഭാഗം 5.

# പ്രകൃതിശക്തികളെ നിയന്ത്രിച്ച് ഉപയോഗപ്പെടുത്താൻ.

---

## അദ്ധ്യായം 1.

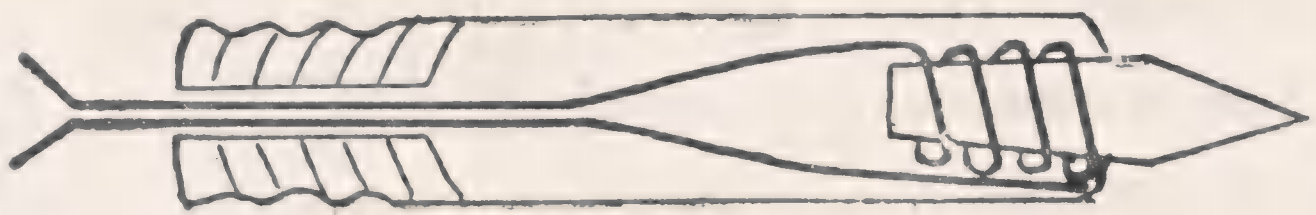
### വിദ്ദ്യുദ്ധാരയുടെ ഉഷ്ണീകരണം — അയസ്സംയോജകയന്ത്രം — വിദ്ദ്യുത് ഇസ്തരിപ്പെട്ടി.

ലോഹക്കമ്പികളിൽക്കൂടി വിദ്ദ്യുദ്ധാര പ്രവഹിക്കുന്നു. എന്നാൽ എല്ലാമാതിരി കമ്പികളിലുംക്കൂടിയുള്ള പ്രവാഹം ഒരുപോലെയല്ല. ചില കമ്പികളിൽക്കൂടി പ്രവഹിക്കുമ്പോൾ അവയ്ക്കു വിദ്ദ്യുത്ശക്തിയെ സ്വല്പമായോ അധികമായോ തടഞ്ഞുനിർത്തുവാൻ കഴിയും. ചെമ്പുകമ്പിയിൽക്കൂടി പോകുമ്പോൾ ഈ തടസ്ഥം തീരെ ഉണ്ടാകുകയില്ലെന്നുതന്നെ പറയാം. ഇരുമ്പ്, പ്ലാററിനം മുതലായ ലോഹങ്ങൾകൊണ്ടുണ്ടാക്കപ്പെട്ട കമ്പികളിൽക്കൂടി പോകുമ്പോൾ തടസ്ഥം അധികരിച്ചിരിക്കും. അതുമാത്രമല്ല, കമ്പിയുടെ നീളം കൂടിക്കൂടിവരുംതോറും അപ്രകാരംതന്നെ അതിന്റെ വ്യാസം ചുരുങ്ങിച്ചുരുങ്ങി വരുംതോറും പ്രസ്തുത തടസ്ഥവും (Resistance) കൂടിക്കൂടിവരുന്നതാണ്. ഇങ്ങിനെ തടസ്ഥം അധികമാകുംതോറും ചൂടും അധികരിച്ചുവരും. ചൂട് വർദ്ധിക്കുന്നതോടുകൂടി ശോഭയും ഉളവായി പ്രകാശവും അധികരിക്കുന്നതാണ്.

ഈ പ്രമാണത്തെ ആസ്പദമാക്കീട്ടാണ് വിദ്യുദ്ദീപ ങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കീട്ടുള്ള തു്. വിദ്യുദ്ദീപങ്ങളിൽ വേഗം ഉരു കാത്ത കാർബൺ (Carbon) ടങ്ങ്സ്റ്റൻ (Tungsten) എ ന്നീ പദാത്ഥങ്ങളുടെ നേമ്മയായ തന്തുക്കളാകുന്നു വിദ്യുത് പ്രവാഹത്തെ തടയുന്നതു്. വിദ്യുദ്ദീപത്തിന്റെ ബൾബി നുള്ളിൽനിന്നു് വായു നീക്കംചെയ്തിരിക്കും. അതിലെ തന്തു ക്കളിൽക്കൂടി വിദ്യുത്പ്രവാഹം ഒഴുകുമ്പോൾ അവ ചൂടു പിടിച്ചു് ജ്വലിച്ചുതുടങ്ങും. അപ്പോൾ പ്രകാശം കിട്ടും.

വിദ്യുദ്ദീപങ്ങൾ കൂടാതെ മേല്പറഞ്ഞ പ്രമാണത്തെ അനുസരിച്ചു് ഉണ്ടാക്കപ്പെട്ട ഉപകരണങ്ങൾ വേറെയും ഉണ്ടു്. ഉദാഹരണമായി അയസ്സംയോജകയന്ത്രം, വിദ്യുത് ഇസ്തരിപ്പെട്ടി മുതലായവയെ പറയാം.

**അയസ്സംയോജകയന്ത്രം:—** ഇതിൽ 'നി ക്രോം' എന്ന മിശ്രലോഹംകൊണ്ടുണ്ടാക്കിയ ഒരു കമ്പി യുണ്ടു്. ഈ മിശ്രലോഹക്കമ്പിക്കു് വിദ്യുത്പ്രവാഹത്തെ

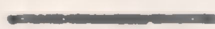


ചിത്രം 26.

തടസ്ഥം ചെയ്യാനുള്ള ശക്തി അധികമായുണ്ടു്. വിദ്യുത് പ്രവാഹം ഈ കമ്പിയിൽക്കൂടി ഒഴുകുമ്പോൾ ഇതിന്റെ ഉഷ്ണനില അധികരിച്ചുവരുന്നു. നിക്രോം കമ്പിച്ചുരുളിന്റെ ഇടയിൽ ഒരു ഇരുമ്പുകഷണം ഉണ്ടു്. ഈ ഇരുമ്പുകഷണം ചൂടുപിടിയ്ക്കുന്നു. ഇങ്ങിനെ ചൂടുപിടിച്ച ഇരുമ്പിന്റെ

കൃത്ത ഭാഗം കൂട്ടിച്ചേർക്കേണ്ടുന്ന വസ്തുക്കളിൽ വെച്ചാൽ അവ ഉരുകി കൂടിച്ചേരുന്നതാണ്.

വിദ്ദ്യുത് ഇസ്തരിപ്പെട്ടി:— കരി കത്തിച്ചിട്ടാണ് സാധാരണ ഇസ്തരിപ്പെട്ടി ചൂടുപിടിപ്പിക്കാറുള്ളത്. വിദ്യുത് ഇസ്തരിപ്പെട്ടിയിൽ വിദ്യുത്പ്രവാഹമാണ് ഈ പ്രവൃത്തി ചെയ്യുന്നത്. വിദ്യുത് ഇസ്തരിപ്പെട്ടി ആകൃതിയിൽ സാധാരണ ഇസ്തരിപ്പെട്ടിപോലെതന്നെ. എന്നാൽ ചൂടുപിടിപ്പിക്കേണ്ടതിലേക്ക് നിക്രോംകൊണ്ടുണ്ടാക്കീട്ടുള്ള കമ്പിച്ചുരുളുകൾ ഉണ്ടാകും. ഈ ചുരുളിൽക്കൂടി വിദ്യുത് ശക്തി പ്രവേശിക്കുമ്പോൾ പെട്ടിയുടെ അടി ചൂടുപിടിക്കും. പ്രവാഹത്തിൻെറ ശക്തിയെ ഇഷ്ടംപോലെ ശരിപ്പെടുത്തി താപക്രമത്തെ വേണ്ടവിധം നിലനിർത്താനും കഴിയും.

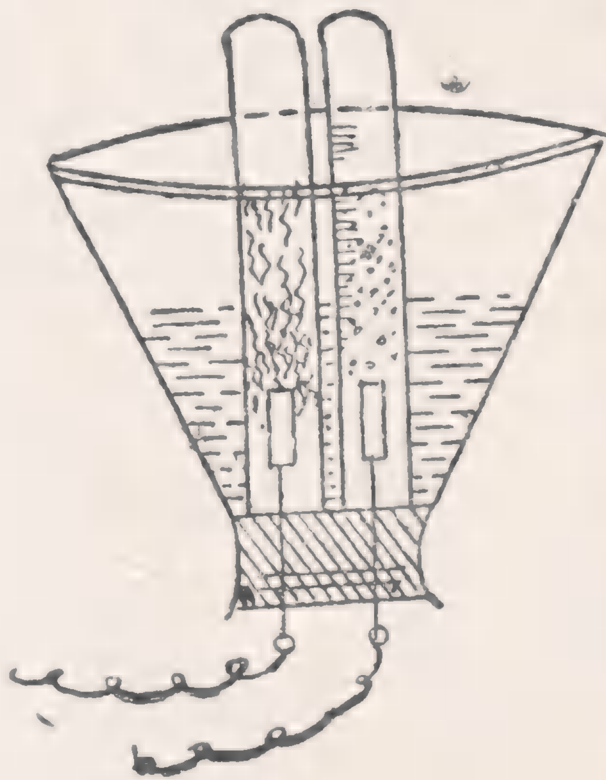


## അദ്ധ്യായം 2.

### വിദ്യുച്ഛക്തിയും രൌതികവികാരവും (chemical effect)—വിദ്യുല്ലേപനം.

വിദ്യുച്ഛക്തിയ്ക്കു് രൌതികവികാര (Chemical change)ങ്ങൾ വരുത്തുവാൻ സാധിയ്ക്കും. ഒരു ഉദാഹരണം താഴെ ചേക്കുന്നു.

വിദ്യുച്ഛക്തി വെള്ളത്തിൽക്കൂടി പ്രവഹിക്കുമ്പോൾ വെള്ളം രണ്ടു വാതകങ്ങളായി വേർതിരിയും. വോൾട്ടാമീററർ എന്നൊരു ഉപകരണംകൊണ്ടു ഇതു തെളിയിക്കാം. 27-ാം ചിത്രം നോക്കുക. വായ വിസ്താരമുള്ളതും കുഴൽ നീളം കുറഞ്ഞതുമായ ഒരു ഫണലെ(Funnel)ടുക്കുക. അടിയിൽ ഒരു കാക്കുവെയ്ക്കുക. കാക്കിൽക്കൂടി രണ്ടു പ്ലാട്ടിനക്കമ്പികൾ കടത്തുക. ഈ കമ്പിയുടെ അററത്തിൽ പ്ലാട്ടിനത്തിന്റെ തകിടുറപ്പിക്കുക. ഈ ഉപകരണത്തെ വോൾട്ടാമീററർ (Voltameter) എന്നു പറയുന്നു. ഫണലിൽ വെള്ളം ഒഴിച്ചു് ഒന്നോ രണ്ടോ തുള്ളി ഗന്ധകികാമ്ലം ചേക്കുക. പ്ലാട്ടിനത്തകിടിന്റെ മേൽഭാഗത്തു വെള്ളം നിറച്ച ടെസ്റ്റ് ട്യൂബുകൾ കമഴ്ത്തിവെയ്ക്കുക. കമ്പികളുടെ സ്വതന്ത്രങ്ങളായ അററങ്ങളെ ബാററിയിലെ ധ്രുവങ്ങളോടു ഘടിപ്പിയ്ക്കുക. ഫണലിലെ ദ്രാവകത്തിൽക്കൂടി വിദ്യുച്ഛക്തി പ്രവഹിയ്ക്കുമ്പോൾ അതിൽ രൌതികവി



ചിത്രം 27.

യോഗം ഉണ്ടാകുന്നു. ടെസ്റ്റ് ട്യൂബിനുള്ളിൽ വാതകങ്ങൾ വന്നു കൂടുന്നു.

ബാററിയിലെ ധനധ്രുവത്തോടു ചേർത്തിരിയ്ക്കുന്ന പ്ലാറ്റിനക്കമ്പിയ്ക്കു അനോഡ് (Anode) എന്നും ഋണധ്രുവത്തോടു ചേർത്തിരിയ്ക്കുന്ന കമ്പിയ്ക്കു കാതോഡ് (Cathode) എന്നും ആണ് പേർ.

ഉളവായ വാതകങ്ങളെ പരിശോധിയ്ക്കുന്നതായാൽ കാതോഡിലെ വാതകം അബ്ജനകവായു (Hydrogen) വും അനോഡിലേത് പ്രാണവായു (Oxygen)വും ആയിരിയ്ക്കും. അളവിൽ അബ്ജനകവായു പ്രാണവായുവിൽ ഇരട്ടിച്ചിരിയ്ക്കും.

വെള്ളത്തെ മാത്രമല്ല വിദ്യുച്ഛക്തി ഇങ്ങിനെ വേർതിരിയ്ക്കുന്നതു. അനേക ലവണവിലയനങ്ങളേയും മൂലധാതു (Element) ക്കളായി വിദ്യുച്ഛക്തി വേർതിരിയ്ക്കുന്നു. ഇങ്ങിനെ ഭൌതികവിയോഗം ഉണ്ടാകുമ്പോളെല്ലാം കാതോഡിൽ ലോഹം (Metal) വന്നു ശേഖരിതമാവുന്നതാണ്.

വിദ്യുച്ഛക്തിയുടെ ഭൌതിക പ്രഭാവത്താൽ വിലയനത്തിലെ മൂലങ്ങളെ (radicals) വേർപെടുത്തുന്നതിനെയാണ് 'വിദ്യുൽ-വിയോഗം'(electrolysis)എന്നു് പറയാറുള്ളതു്.

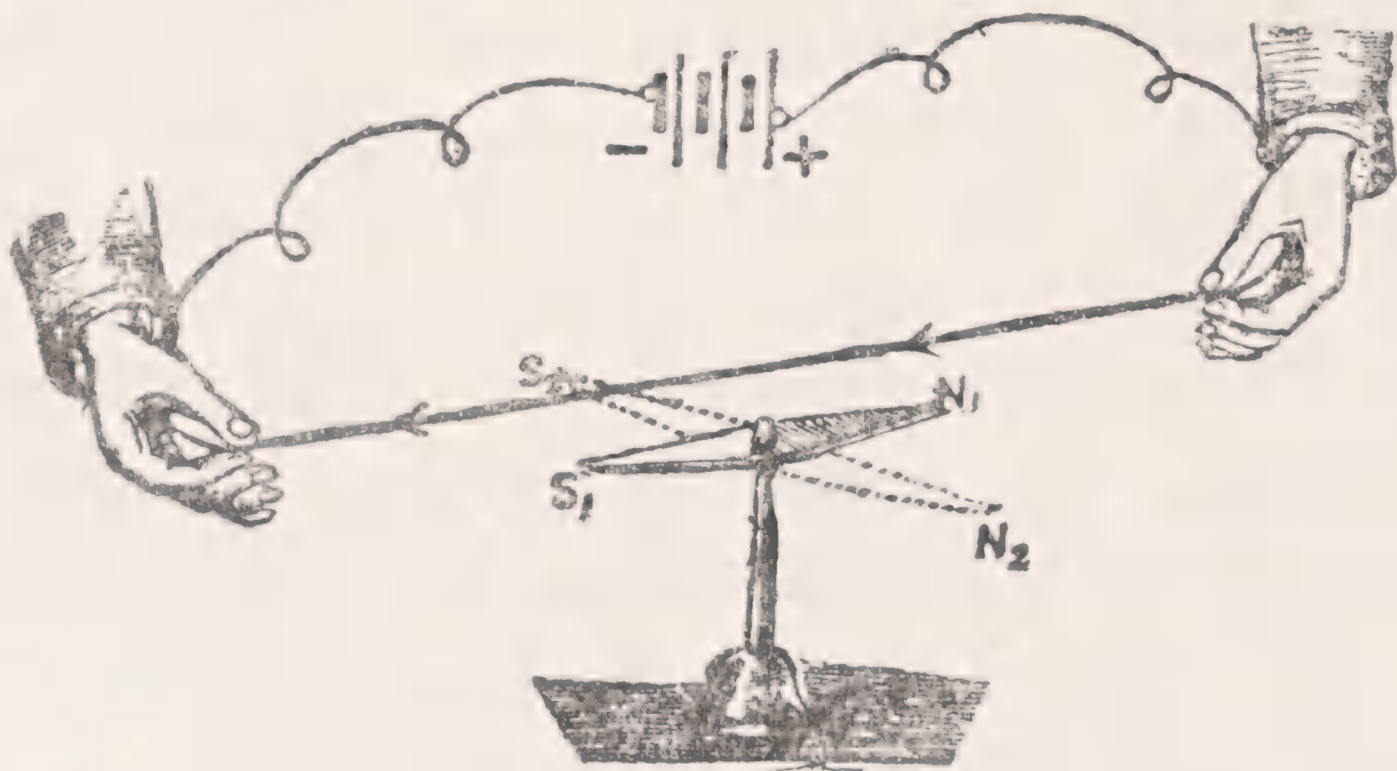
വിലചുരുങ്ങിയ ലോഹങ്ങളിന്മേൽ വിലയേറിയ ലോഹങ്ങളെ വിദ്യുച്ഛക്തിയുടെ സഹായത്താൽ ഘനം കുറച്ചു പൂശാവുന്നതാണ്. ഇങ്ങിനെ പൂശുന്നതിന്നാണ് വിദ്യുൽലേപനം (electroplating) എന്നുപറയുന്നതു്. ചെമ്പുമുതലായ ലോഹങ്ങളിന്മേൽ സ്വർണ്ണം, വെള്ളി, നിക്കൽ എന്നിവ വിദ്യുച്ഛക്തി ഉപയോഗിച്ചു പൂശാറുള്ളതു നമുക്കു അറിയാവുന്നതാണ്.

---

## അദ്ധ്യായം. 3

### കമ്പിത്തപ്പാലും അതിൻെറ പ്രവൎത്തനവും.

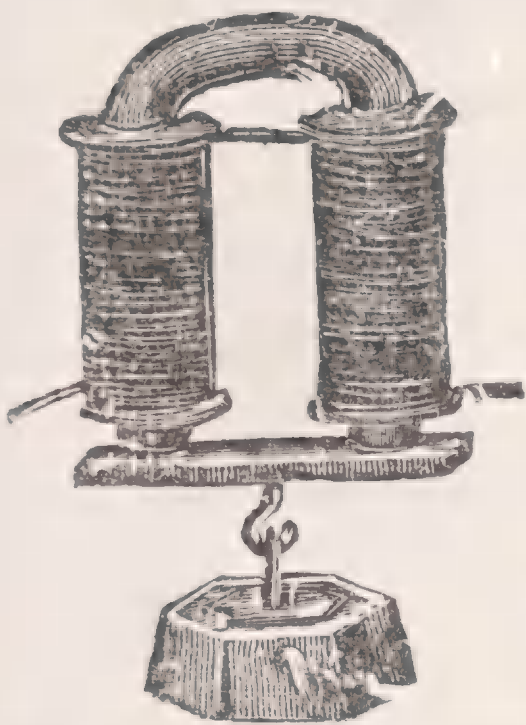
വിദ്യുച്ഛക്തി ഒരു കമ്പിയിൽക്കൂടി പ്രവഹിയ്ക്കുമ്പോൾ അതിൻെറ ചുററും ഒരു കാന്തക്കളം (magnetic field) ഉണ്ടായ്ത്തീരുന്നു. ഇതു നമുക്കു താഴെ വിവരിച്ചിട്ടുള്ള പരീക്ഷമൂലം അറിയാം. ഒരു ബാററരിയുടെ ധ്രുവങ്ങൾ നീളമുള്ളതായ രോധിത ചെമ്പുകമ്പി (insulated copper wire) കൊണ്ടുചേൎക്കുക. ഈ കമ്പിയെ ഒരു വടക്കുനോക്കി (magnet)യുടെമുകളിലായി പിടിക്കുക. വടക്കുനോക്കിയിൽ




ചിത്രം. 28

ഒരു വിക്ഷേപം (declination) കാണാവുന്നതാണ്. കമ്പിയെ വടക്കുനോക്കിയുടെ താഴെപിടിയ്ക്കുക. ആദ്യത്തെ വിക്ഷേപത്തിന് വിപരീതമായ ഒരു വിക്ഷേപം കാണുന്നതാണ്. ഒരു കാന്തസൂചിയിൽ വിക്ഷേപം ഉണ്ടാകേണമെങ്കിൽ അതിൻെറ അടുക്കെ മറെറാരു കാന്തസൂചികൊണ്ടുവരണം. ആയതിനാൽ, ഈ വിക്ഷേപത്തിന്നു കാരണം

വിദ്യുച്ഛക്തിയെ വഹിച്ചുകൊണ്ടുപോകുന്ന കമ്പിയുടെ ചുററുമുള്ള കാന്തക്കളമായിരിക്കണം.


ചിത്രം 29.

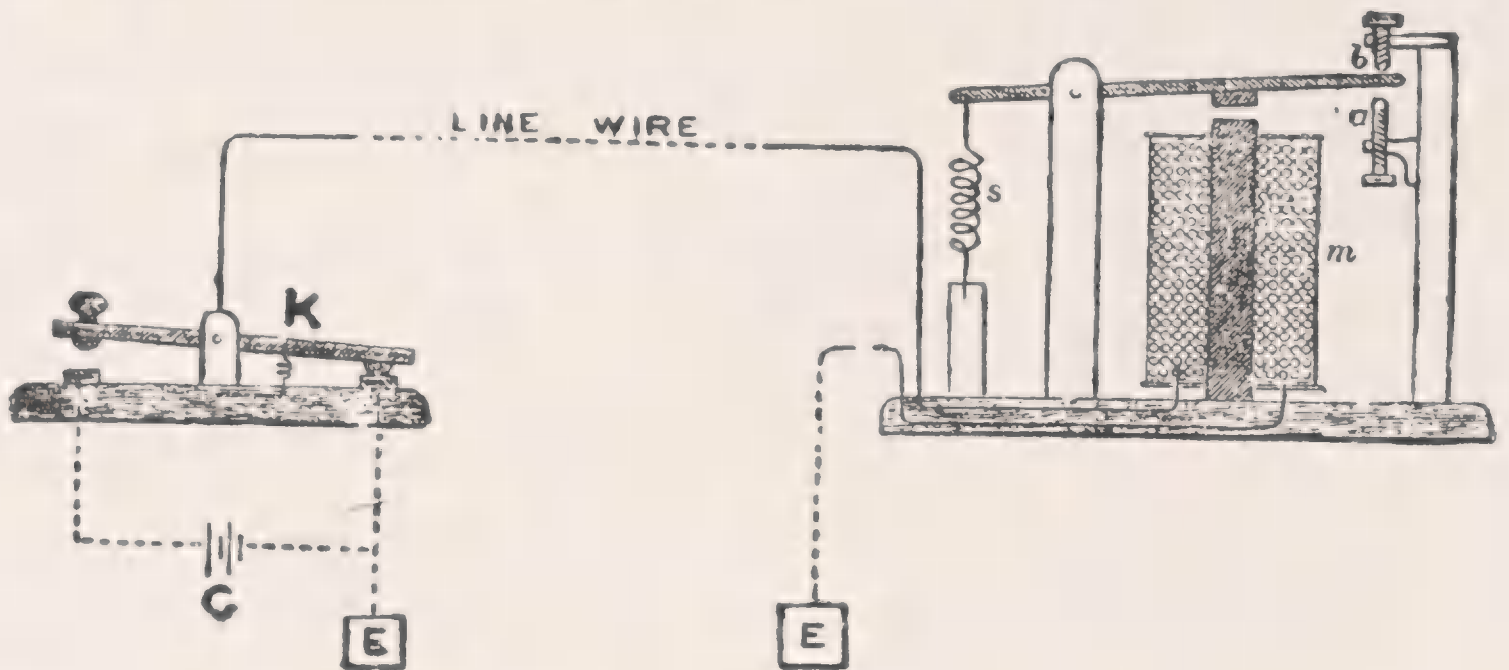
കമ്പിക്കുപകരം കമ്പിച്ചുരുളുപയോഗിക്കുന്നാപക്ഷം, ആ ചുരുളുതന്നെ ഒരു കാന്തമായി പ്രവർത്തിക്കും. ഈ ചുരുളിന്നുള്ളിൽ പതമുള്ള ഒരു ഇരുമ്പുകോൽ വെക്കുന്നാപക്ഷം, ചുരുളിന്റെ കാന്തശക്തി അധികരിയ്ക്കുന്നതാണ്. ഈ സംഗതികളെ ആസ്പദമാക്കീട്ടാകുന്നു, വിദ്യുൽ-കാന്ത (electro-magnet) ങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കുന്നത്.

കമ്പിത്തപ്പാലിലെ മുഖ്യഭാഗം വിദ്യുൽകാന്തമാകുന്നു. വിദ്യുൽകാന്തത്തിന്റെ ഒരു ഗുണം നല്ലവണ്ണം മനസ്സിലാക്കണം. അതിലെ കമ്പിച്ചുരുളിൽക്കൂടി വിദ്യുൽപ്രവാഹം ഉള്ളപ്പോൾ ഉപകരണം ഒരു കാന്തമായിരിക്കും. പ്രവാഹം മുറിയുമ്പോൾ ഉപകരണത്തിന്റെ കാന്തശക്തി ഇല്ലാതായ് ത്തീരുന്നു.

കമ്പിത്തപ്പാലിലെ സാമഗ്രികൾ: (1) ബാററി (2) താക്കോൽ (Key) (3) മോർസു-നാദകം (Morse Sounder) എന്നിവയാകുന്നു.

ഇവയെ കൂട്ടിയിണക്കേണ്ടതു് ചിത്രത്തിൽനിന്ന് മനസ്സിലാക്കുക (ചിത്രം 30). K എന്ന താക്കോൽ വർത്തമാനം അയക്കേണ്ട ആപ്പീസിലാണുണ്ടാവുക. m എന്നതു് നാദകം ആകുന്നു. ഇതു് കമ്പി സ്വീകരിയ്ക്കേണ്ട ആപ്പീസിലായി

രിക്കും. C എന്നതു് ബാററി ആണ്. ഈ ബാററിയിലെ ഒരു ധ്രുവത്തിൽനിന്നു് താക്കോൽ വഴിക്കു് m എന്നതിലേയ്ക്കു് രോധിതകമ്പിയുണ്ടു്. ഇതിന്നു് ലയിൻ (Line) കമ്പി എന്നാകുന്നു പേർ. വിദ്യുച്ഛക്തി പ്രവഹിയ്ക്കുവാൻ m -നെ




ചിത്രം 30.

വേറൊരു കമ്പിമൂലം ബാററിയിലെ മറേറ ധ്രുവത്തോടു ചേർക്കേണ്ടതാകുന്നു എന്നാൽ ഇതിന്നുപകരം m -ൽ നിന്നു് ഒരു ചെറുചെമ്പുകമ്പി മണ്ണിന്റെ ഉള്ളിലേയ്ക്കും C-ൽ നിന്നു് വേറൊരു ചെറുചെമ്പുകമ്പി മണ്ണിന്റെ ഉള്ളിലേയ്ക്കും ചെലുത്തിവെച്ചിരിക്കും. ഈ ഏപ്പാടാണ് സാധാരണയായ് കണ്ടുവരുന്നതു്. ആയതിനാൽ ലയിൻ-കമ്പിയാൽ ഉണ്ടാകുന്ന ചേർച്ചയെ പൂർത്തിയാക്കാനുള്ളതു് ഭൂമിയാകുന്നു. വിദ്യുദ്ധാര ഒഴുകുവാൻ ഭൂമി അനുകൂലിക്കുന്നതാണ്.

കമ്പിത്തപ്പാലിന്റെ പ്രവൎത്തനം മനസ്സിലാക്കുവാൻ നാദകത്തിന്റെ ഭാഗങ്ങൾ അറിഞ്ഞിരിക്കേണ്ടതാണ്.

നാദകത്തിലെ മുഖ്യഭാഗം വിദ്യുൽ-കാന്തമാകുന്നു. ഈ കാന്തത്തിന്റെ മീതെ പതമുള്ള ഒരു ഇരുമ്പുവട്ട

(Armature) വെച്ചിരിക്കുന്നു. ഈ ഇരുമ്പുകട്ട ഒരു നെമ്പുകോലി (Lever) നോട് ഉറപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. നെമ്പുകോലിലെ ആധാരം സ്ഥാപിച്ചിട്ടുള്ള അററത്തിൻെറ അടുക്കെ ഒരു സ്പ്രിങ്ങ് കാണാവുന്നതാണ്. നെമ്പുകോലിൻെറ മറേറ അററം പിച്ചളകൊണ്ടു കെട്ടിയിരിയ്ക്കും. ഈ അററത്തിൻെറ മുകളിലും താഴത്തും ഓരോ ആണി ഉണ്ടായിരിക്കും.

കമ്പിത്തപ്പാലിലെ താക്കോൽ അമർത്തുമ്പോൾ വിദ്യുൽ-പ്രവാഹം പൂർത്തിയാകുന്നു. ഇതിൻ ഫലമായി അപ്പോൾതന്നെ കമ്പി സ്വീകരിക്കേണ്ട ആപ്പീസിലെ നാദകത്തിലുള്ള വിദ്യുൽ-കാന്തം പ്രവർത്തിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ആ ഉപകരണം കാന്തമായ്ത്തീരുകയും ആർമേച്ചറിനെ പിടിച്ചുവലിക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ആർമേച്ചർ അതായത് ഇരുമ്പുകട്ട കാന്തത്തിൽവന്നു തട്ടുമ്പോൾ നെമ്പുകോലിലെ പിച്ചള കെട്ടിയ അററം താഴെയുള്ള ആണി (a) മേൽവന്നു അടിച്ച് ഒരു ശബ്ദം ഉണ്ടാക്കുന്നു. താക്കോൽ വിട്ടാൽ വിദ്യുൽ-പ്രവാഹം മുറിയുന്നു. അപ്പോൾ m എന്ന നാദകഭാഗം കാന്തമായ്ത്തീരുകയും ആർമേച്ചർ മേല്പോട്ടുപൊങ്ങുകയും ചെയ്യുന്നു. അപ്പോൾ നെമ്പുകോലിലെ പിച്ചള കെട്ടിയ അററം മുകളിൽ ഉള്ള ആണി (d) യിൽചെന്നു തട്ടി ശബ്ദിക്കുന്നു. താക്കോൽ അമർത്തിവിടുന്ന സമ്പ്രദായത്തേയും സമവ്യത്യാസത്തേയും ആസ്പദമാക്കി വേർതിരിച്ചറിയാവുന്ന രണ്ടുവിധം ശബ്ദങ്ങൾ പുറപ്പെടുവിക്കാം. ആണിമേൽ തട്ടുന്ന രണ്ട് 'ടിക്' ശബ്ദങ്ങൾക്കിടയിലെ സമയം ചുരുങ്ങിയിരിയ്ക്കുമ്പോൾ അതിനെ 'കട്ട്' എന്നാണ്

പറയുക. ഈ സമയം അധികരിച്ചിരിക്കുമ്പോൾ അതിനെ 'കട്' എന്നാണ് പറയുക. ഈ രണ്ടുശബ്ദങ്ങളെക്കൊണ്ട് അമേരിക്കയിലെ മോർസ് (Morse) എന്ന ശാസ്ത്രജ്ഞൻ ചില അക്ഷരസങ്കേതങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കി. അതിൽ 'കട്' എന്ന ശബ്ദം പുള്ളിയായും 'കട്ട്' എന്ന ശബ്ദം വരയായും കാണിച്ചിരിക്കും.

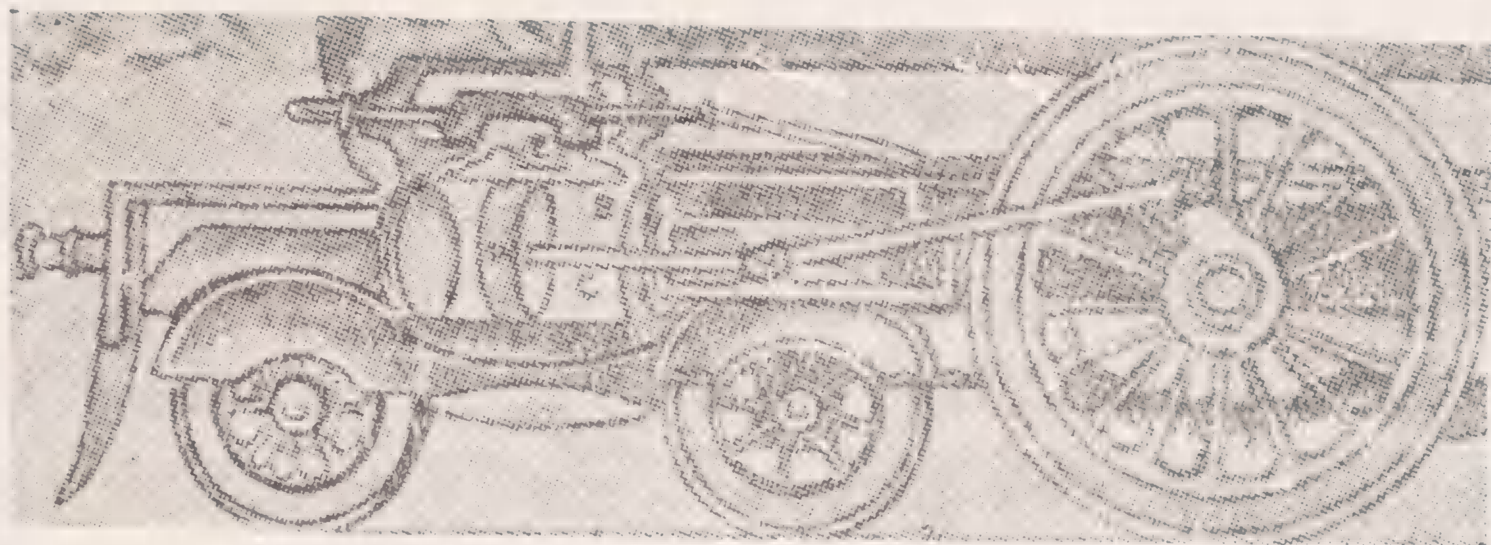
---

അദ്ധ്യായം 4.

ആവിയന്ത്രം (Steam-Engine)—അതിന്റെ ഭാഗങ്ങൾ—നീരാവിമാനി—യന്ത്രം പ്രവർത്തിക്കുന്ന സമ്പ്രദായം.

ആവി എഞ്ചിൻ കണ്ടുപിടിച്ചതു് ജയിംസ് വാട്ട് എന്ന ഒരു ഇംഗ്ലീഷുകാരനായിരുന്നു. തീവണ്ടി ഓടിക്കുവാനും ഡൈനാമോ, നെല്ലുകുത്തുയന്ത്രം എന്നിവയെ പ്രവർത്തിപ്പിക്കുവാനും മററും ആവിയന്ത്രം ഉപയോഗിച്ചുവരുന്നു.

**ഇതിലെ മുഖ്യഭാഗങ്ങൾ**:—31-ാം ചിത്രത്തിൽ അവ കാണിച്ചിരിക്കുന്നു. C എന്നതു് ഒരു സിലിണ്ടറാകുന്നു.



ചിത്രം 31.

ഇതിനോടു് ഇണക്കിയിരിക്കുന്ന P എന്ന ചാമ്പുകോൽ മുമ്പോട്ടും പിമ്പോട്ടും നീങ്ങുന്നു. ഈ ചാമ്പുകോലിനെ എഞ്ചിന്റെ ചക്രത്തോടു് വേണ്ടപോലെ ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കും. സിലിണ്ടറിന്നുമീതെ ഒരു പെട്ടി (S) ഉണ്ടു്. ഈ പെട്ടിയുടെ അടിയിൽ മൂന്നു ദ്വാരമുണ്ടു്. നടുവിലുള്ള E എന്ന ദ്വാരം പുറത്തേക്കു് തുറക്കാവുന്നതാണു്. Aയും Bയും സിലിണ്ടറിലേയ്ക്കു് അകത്തേക്കു് തുറക്കാവുന്നവയാണു്. ഈ ദ്വാരങ്ങളുടെ മീതെയായി ചലിക്കുന്ന ഒരു വഴുതുവാൽവു് (Sliding

valve) ഉണ്ട്. Aയും Bയും അടിഞ്ഞിരിക്കത്തക്കവണ്ണം ഇതിന്ന് നീളമുണ്ടായിരിക്കും. ഈ ഉപകരണത്തെ ഒരു തണ്ടുകൊണ്ട് മുമ്പു പ്രസ്താവിച്ച ചക്രത്തോട് ഒരു പ്രത്യേകരീതിയിൽ ഘടിപ്പിച്ചിരിക്കും.

ഈ സിലിണ്ടറിന്നപുറമെ ആവി പുറപ്പെടുവിക്കുന്ന ഒരു ബോയിലറുണ്ട്. ഈ ബോയിലറിൽ വളഞ്ഞുചെല്ലുന്ന കുഴലുകളുണ്ട്. കുഴലുകളുടെ ചുററും വെള്ളം ഉണ്ടായിരിക്കും. കുഴലുകളിൽക്കൂടി ഉഷ്ണവായു ചെല്ലുമ്പോൾ വെള്ളം ചൂടു പിടിച്ച് ആവിയാകും. ഈ ആവിയാണ് സിലിണ്ടറിലെ S എന്ന ഭാഗത്തേക്ക് കടക്കുന്നതു്.

ബോയിലറിലുള്ള വെള്ളത്തിൻെറ അളവ് കാണിക്കുവാൻ ജലമാനി (Water-gauge) യും നീരാവിയുടെ അമർച്ച്ശക്തി കാണിക്കുവാൻ നീരാവിമാനി (Steam-gauge) യും എഞ്ചിനിൽ ഉണ്ടാകും.

ആവിയുടെ മർദ്ദനശക്തി വർദ്ധിച്ചാൽ ബോയിലർ പൊട്ടിപ്പോകുവാൻ ഇടയാകും. ഇതു് സംഭവിക്കാതിരിക്കുവാൻ ബോയിലറിൽ സേഫ്ടി-വാൽവ് (Safety valve) എന്നൊരു ഉപകരണമുണ്ട്. ആവിയുടെ ശക്തി വർദ്ധിച്ചാൽ ഈ വാൽവ് തുറക്കുന്നതാണ്. അപ്പോൾ ആവി പുറമെ പോകുകയും ബോയിലറിലുള്ള ആവിയുടെ ശക്തി ചുരുങ്ങുകയും ചെയ്യും.

നീരാവി എഞ്ചിനിലെ ചക്രം എപ്പോഴും ഒരേ വേഗത്തിൽ ചുററണം. സിലിണ്ടറിൽ വരുന്ന ആവി അധികമായാൽ അതു് വേഗം ചുററിത്തുടങ്ങും. ആവി ചുരുങ്ങിയാൽ അതു് പതുക്കെ ചുററിത്തുടങ്ങും. ഈ ചുററൽ ക്രമ

പ്പെടുത്തുവാൻ ഗവർണ്ണർ (Governor) എന്നൊരു ഉപകരണം എഞ്ചിനിൽ കാണാം.

ആവിയന്ത്രം പ്രവൃത്തിയെടുക്കുന്നതു് എങ്ങിനെയെന്ന് എളുപ്പത്തിൽ മനസ്സിലാക്കാം. ബോയിലറിൽനിന്ന് S-ൽ ആവി കടക്കുന്നു. ആരംഭത്തിൽ വഴുതുവാൽവു് വലതുഭാഗത്താണെന്ന് കരുതുക. അപ്പോൾ A തുറന്നിരിക്കും S-ൽ കടന്നുചെന്ന ആവി A വഴിക്ക് സിലിണ്ടറിൽ വന്ന്. Pയിനെ വലത്തോട്ടു തള്ളുന്നു. ഇക്കാരണത്താൽ ചക്രം തിരിയുന്നു. ഇതു് തിരിയുമ്പോൾ അതിനോടു ചേർത്തിട്ടുള്ള വഴുതുവാൽവിന്റെ തണ്ടു് ഉള്ളിലേക്കുപോകുന്നു. അപ്പോൾ A മൂടപ്പെടുകയും B തുറക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. ഈ സമയത്തു് S-ലെ ആവി B-യിൽക്കൂടി സിലിണ്ടറിലേക്ക് കടന്ന് P-നെ ഇടത്തോട്ടുതള്ളുന്നു. അതുകൊണ്ടു് P മുമ്പോട്ടും പിന്നോക്കവും ആയി ചലിക്കുന്നു. ഈ ചലനം ചക്രത്തെ തിരിക്കുന്നു.

ഒരു സംഗതികൂടിയും നിങ്ങൾ മനസ്സിലാക്കണം. P. വലത്തോട്ടു് വരുമ്പോൾ P-യുടെ വലത്തുവശത്തുള്ള ആവി B-യിൽക്കൂടി മേല്പോട്ടുപോയി E വഴിക്ക് പുറമെ ഒഴിയുന്നു. ഇങ്ങിനെ നടക്കാത്തപക്ഷം P-യുടെ ഇടത്തുഭാഗത്തുള്ള ആവിക്ക് P-നെ തള്ളുവാനുള്ള ശക്തി പോരാതെവരും. അതേമാതിരി P ഇടത്തോട്ടുപോകുമ്പോൾ അതിന്റെ ഇടത്തുഭാഗത്തുള്ള ആവി A-യിൽക്കൂടി മേല്പോട്ടുപോയി E-വഴിക്ക് പുറമെ തള്ളപ്പെടുന്നു. E-എന്ന ദ്വാരത്തിന്റെ മുഖ്യമായ ആവശ്യം ഇതാകുന്നു.

---

## അദ്ധ്യായം 5.

### ഉരവ് (Friction)—ഇതുകൊണ്ടുള്ള ഗുണവും ദോഷവും—സ്നിഗ്ദ്ധവസ്തു (Lubricant) ക്കളുടെ ഉപയോഗം.

ചളിപ്രദേശത്ത് നടക്കുമ്പോൾ കാലുകൾ എളുപ്പത്തിൽ വഴുകിപ്പോകുന്നു. ഉണങ്ങിയ സ്ഥലത്തുകൂടി നടക്കുമ്പോൾ അതു സംഭവിയ്ക്കുന്നില്ല. ഇതിന്നു കാരണമെന്തു? കാലിന്നും നിലത്തിനും ഒരുവക പിടുത്തമുണ്ടാകുമ്പോളാണ് വഴുക്കാതെ ഇരിയ്ക്കുന്നതു. പാദതലത്തിന്നും നിലത്തിനും നിമ്നോന്നതത്വംകൊണ്ടുണ്ടാകുന്ന ഈ വക പിടുത്തത്തിന്നാണ് ഉരവ് എന്നു പറയുന്നതു്.

ഈ ഉരവ് എന്നുള്ള ഗുണം ഭൂലോകത്തിൽ ഉള്ള പദാർത്ഥതലങ്ങളിൽനിന്ന് നീക്കപ്പെട്ടിരുന്നുവെങ്കിൽ ഗതിയിലിരിക്കുന്ന വസ്തുക്കൾ ആ ഗതിയിൽതന്നെ എപ്പോഴും ഇരിയ്ക്കുന്നതായും നിശ്ചലങ്ങളായവ എപ്പോഴും നിശ്ചലമായും ഇരിക്കുമായിരുന്നു. ഒരു ചക്രത്തെ നിരത്തിൽകൂടി ഉരുട്ടിയാൽ അതു് ഉരുണ്ടുകൊണ്ടുതന്നെ ഇരിക്കുമായിരുന്നു. രണ്ടുമരങ്ങളെക്കൂട്ടിച്ചേർക്കുവാൻ സാധിക്കുന്നതല്ല. ഒരു മരക്കുട്ടിയിൽ ആണി അടിച്ചിറക്കുവാനും കഴിയുന്നതല്ല. അതുകൊണ്ടു് ഉരവ് എന്ന ഗുണം തീരെ നീക്കാവുന്ന ഒന്നല്ല.

ഉരവുകൊണ്ടു് വലിയ ഉപയോഗമുണ്ടെങ്കിലും വേണ്ടത്ര ഉപദ്രവവും ഉണ്ടു്. ഉരവധികമായാൽ തിരികല്ല് തിരിച്ച് അരി പൊടിക്കുവാൻ കഴിയുകയില്ല. കട്ടവണ്ടിയിൽ ചക്രം അച്ചുതണ്ടിനോടു് ഉരസി കാളകൾക്ക് വണ്ടിവലിച്ചുകൊണ്ടു് പോകുവാൻ പ്രയാസം ഉണ്ടായിരിക്കും.

ഉരവ് കുറയ്ക്കുവാൻ ചിലവഴികളുണ്ട്. യന്ത്രഭാഗങ്ങൾ ഒന്നോടൊന്ന് കൂട്ടിയിണക്കുമ്പോൾ, ഇണക്കുന്ന സ്ഥാനത്തിലെ വിസ്തീർണ്ണം കുറയ്ക്കുവാൻ ചെറിയ ഉണ്ടകൾ (Ball-bearings) ഉപയോഗിയ്ക്കുന്നു; ചവിട്ടുവണ്ടിയുടെ ചക്രത്തിലെ അച്ചുതണ്ടിനുള്ളിൽ ചെറിയ ഉണ്ടകൾ ഉപയോഗിയ്ക്കുന്നതിനാൽ ചക്രം എളുപ്പത്തിൽ തിരിഞ്ഞുതുടങ്ങുന്നു. തിരിയുന്ന യന്ത്രഭാഗങ്ങൾക്കിടയിൽ സ്നേഹവസ്തുക്കൾ ഉപയോഗിയ്ക്കുന്നു; വണ്ടിച്ചക്രത്തിൽ കൂടക്കൂടെ തുണി വിളക്കെണ്ണയിൽ മുക്കി ഇടുന്നതോ കീൽ (Tar) ഉപയോഗിയ്ക്കുന്നതോ നിങ്ങൾ കണ്ടിരിക്കാം. ഉരവ് ചുരുങ്ങുവാൻ വാസിലീൻ ആണ് സാധാരണയായ് ഉപയോഗിക്കാറുള്ളത്. വാച്ച്, ടൈപ്രയിട്ടർ (Typewriter) എന്നീ യന്ത്രങ്ങളിൽ പ്രത്യേകതരം എണ്ണ ഒഴിയ്ക്കേണ്ടതാണ് സോപ്പ്, ഗ്രാഫയിററ് (Graphite), ഗ്രീസ് (Grease). എന്നീ സാധനങ്ങളും ഉരവ് കുറയ്ക്കുവാൻ ഉപയോഗിയ്ക്കാറുണ്ട്.

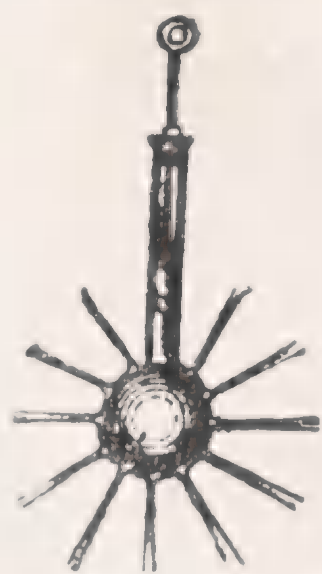
---

## അദ്ധ്യായം 6.

ദ്രാവകസമ്മർദ്ദത്തിൻെറ വ്യാപനം—സമ്മർദ്ദനയന്ത്രം (Hydraulic-press)—ആരോഹണയന്ത്രം (Elevator)—ജല മേററും കരു (Force-pump)—മജ്ജനയന്ത്രം (Diving-bell)—മുങ്ങുംകപ്പൽ (Submarine)—പ്രാണരക്ഷപട്ട (Life belt)–ഇവ പ്രവർത്തിക്കുന്നവിധം

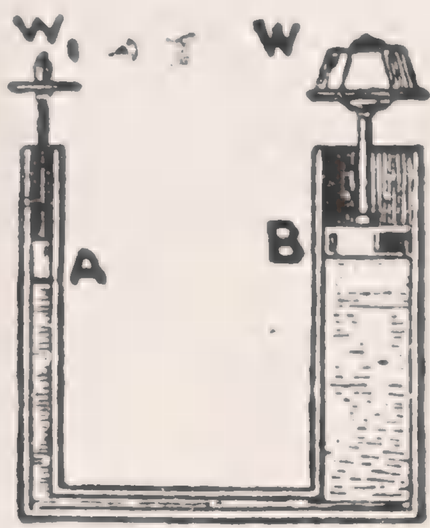
ദ്രാവകങ്ങളെ ഞെക്കി അമർത്തുവാൻ കഴിയുന്നതല്ല. എന്നാൽ ദ്രാവകത്തിലെ ഏതെങ്കിലും ഒരു ഭാഗത്തു് സമ്മർദ്ദനമുണ്ടായാൽ അതിൻെറ ഫലം മറെറാരിടത്തിൽ കാണാതെയിരിക്കയില്ല.

32-ാം ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചമാതിരി ഒരു ഉപകരണംകൊണ്ടു് ഇതിനെ തെളിയിക്കാം. ഈ ഉപകരണത്തിൻെറ ഗോളാകൃതിയിലുള്ള ഭാഗത്തിലും കുഴലിൻെറ ഏതാനും ഭാഗത്തിലും വെള്ളം നിറച്ചു് ചാമ്പുകോൽകൊണ്ടു് അമർത്തുക. അപ്പോൾ പന്തുപോലുള്ള പാത്രത്തിൻെറ ഉപരിഭാഗത്തുള്ള ദ്വാരങ്ങളിൽക്കൂടി അതിശക്തിയോടെ ശരങ്ങൾപോലെ വെള്ളം പുറത്തേക്കു് പോകുന്നതായിക്കാണാം.



ചിത്രം 32.

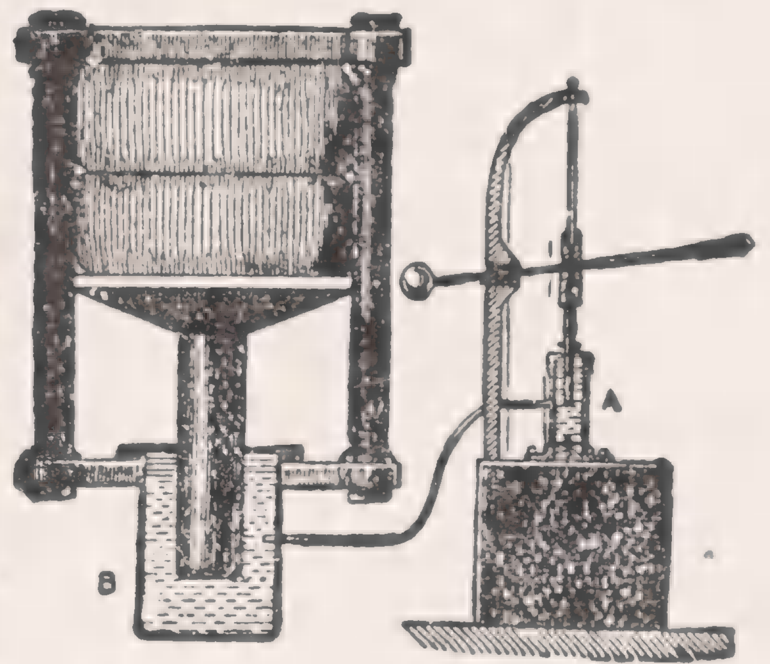
പാസ്കൽ (Pascal) എന്നൊരു ശാസ്ത്രജ്ഞൻ ദ്രാവകത്തിൻെറ സമ്മർദ്ദനവിഷയത്തിൽ പലവിധ ഗവേഷണങ്ങൾ നടത്തി. അതിൻെറ ഫലമായി ദ്രാവകത്തിലെ ഒരിടത്തു് പ്രേരിതമായ സമ്മർദ്ദനം അളവിൽ യാതൊരു വ്യത്യാ



ചിത്രം 33.

ന്നവ്യംക്രടാതെ ആ ദ്രാവകത്തിൽത്തന്നെ മറെറാരിടത്ത് ചേഷ്ടിക്കുന്നതായിക്കാണാം എന്ന് അദ്ദേഹം പ്രസ്താവിച്ചു. ഈ സംഗതിയെ 33-ാം ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിട്ടുള്ള ഉപകരണം കൊണ്ട് മനസ്സിലാക്കാവുന്നതാണ്.

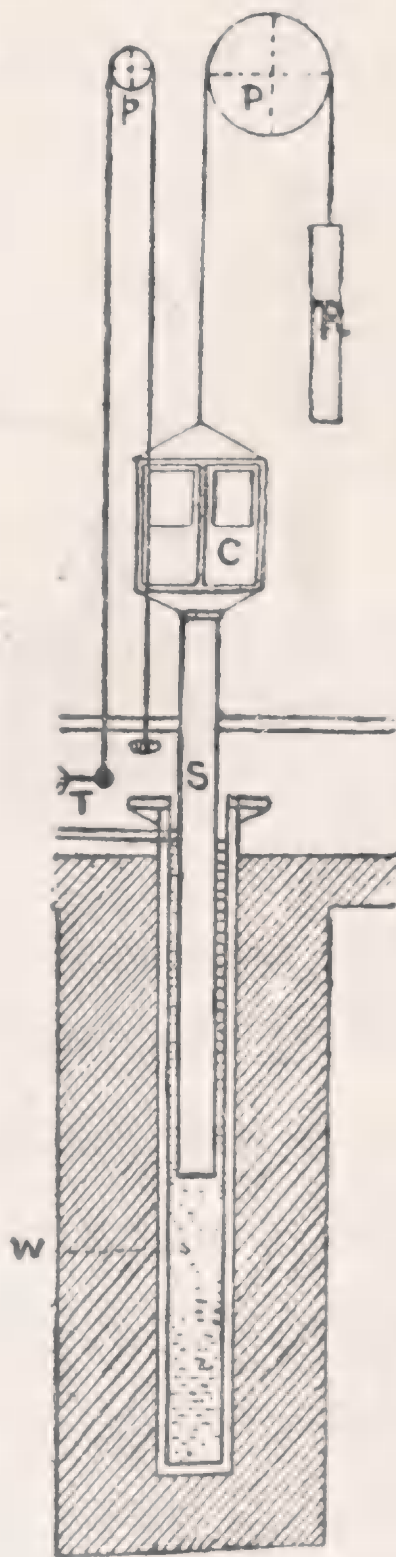
**ബ്രാഹ്മാപ്രെസ്സ് അല്ലെങ്കിൽ ജലസമ്മർദ്ദനയന്ത്രം.** ഈ തത്വത്തെ ആസ്പദമാക്കീട്ടാണ് ജലസമ്മർദ്ദനയന്ത്രം (Hydraulic Press) നിർമ്മിച്ചിട്ടുള്ളതു്. ഈ യന്ത്രത്തെ ബ്രാഹ്മാപ്രെസ്സ് എന്നും വിളിയ്ക്കുന്നു. A എന്ന് കാണിച്ചിട്ടുള്ളതു് മർദ്ദനപമ്പാകുന്നു (ചിത്രം 34). ഇതു് വേല എടുക്കുമ്പോൾ വെള്ളം Bയിലേയ്ക്ക് കടക്കുന്നു. Bയിലെ വെള്ളം Aയിലേയ്ക്ക് തിരിച്ചുവരാതിരിക്കത്തക്കവണ്ണം ഒരു വാൽവ് (Valve) ഉണ്ട്. B-ൽ വെള്ളം നിറയുമ്പോൾ അതിലുള്ള ചാമ്പുകോൽ പൊന്തുന്നു. Bയുടെ ചതുരശ്രവിസ്തീർണ്ണം Aയുടെതിനേക്കാൾ 50 ഇരട്ടി വലുതായിരിയ്ക്കട്ടെ. എന്നാൽ Aയിലെ ചാമ്പുകോലിൽ 1 ഗ്രാംതൂക്കം ബലം പ്രയോഗിയ്ക്കുന്നുവെങ്കിൽ അതു് Bയിലെ ചാമ്പുകോലിൽ വെച്ചിട്ടുള്ള 50 ഗ്രാം ഭാരത്തെ താങ്ങിനില്ക്കും. Bയുടെ ചാമ്പുകോലിന്റെ



ചിത്രം 34. ജലസമ്മർദ്ദനം.

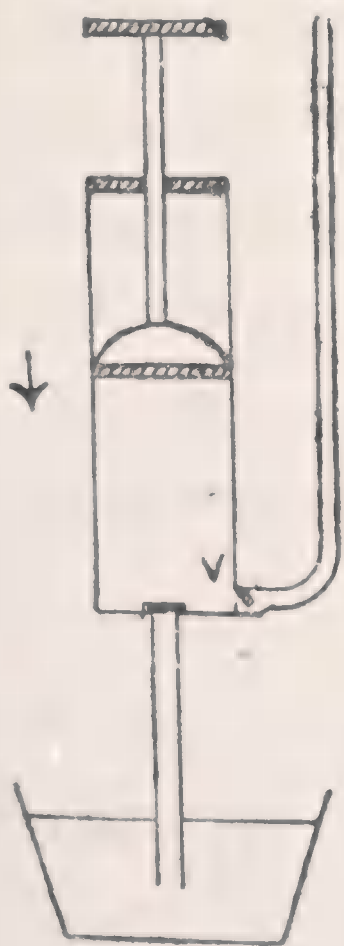
മേൽഭാഗത്ത് ഒരു തട്ടുണ്ടാകും. അതിന്റെ മുകളിൽ പരുത്തിക്കെട്ടുവെയ്ക്കുന്നു. Bയിലെ ചാമ്പുകോൽ പൊന്തി മേൽഭാഗത്തുള്ള പരന്ന വിട്ടത്തോട് അടുക്കുന്നു. അപ്പോൾ പരുത്തിക്കെട്ടുകൾ അമന്ന് ആയതനത്തിൽ ചെറുതായി ത്തീരുന്നു.

**ജലസമ്മർദ്ദംകൊണ്ടു് പ്രവർത്തിയ്ക്കുന്ന ആരോപണയന്ത്രം.** വളരെ ഉയരമുള്ള കെട്ടിടങ്ങളിൽ ഒരു നിലയിൽനിന്ന് വേറൊരു നിലയിലേയ്ക്ക് പോകുവാൻ ആരോപണയന്ത്രങ്ങൾ ഉപയോഗിയ്ക്കുന്നു. ഈ യന്ത്രങ്ങൾ ഇക്കാലങ്ങളിൽ വിദ്യുച്ഛക്തിയുടെ സഹായത്താലാണ് പ്രവർത്തിയ്ക്കുന്നതു്. വിദ്യുച്ഛക്തികൊണ്ടു യന്ത്രങ്ങൾ വേല എടുക്കുവാൻ ആരംഭിച്ച കാലങ്ങൾക്ക് മുമ്പായ് വെള്ളത്തിന്റെ സഹായത്താലായിരുന്നു, ഈ വിധം എലിവേറ്ററുകൾ പ്രവർത്തിച്ചിരുന്നതു്. W എന്നതു് (ചിത്രം 35 നോക്കുക) ആഴമുള്ള ഒരു കുഴലാകുന്നു. ഇതിലാകുന്ന 'S' എന്ന ചാമ്പുകോൽ പ്രവർത്തിയ്ക്കുന്നതു്. C എന്നതു് ആളുകൾക്ക് ഇരിയ്ക്കുവാനുള്ള ഒരു സൌകര്യമാണ്. ഇടത്തുവശത്തു് കാണിച്ചിട്ടുള്ള കയറുപൊന്തി



ചിത്രം 35.

യ്ക്കുമ്പോൾ T എന്ന വാൽവ് തുറന്ന് W യിലേയ്ക്കു വെള്ളം വന്നുവീഴുന്നു. അപ്പോൾ 'S' പൊന്തുന്നു. അതിനോടൊപ്പം C എന്ന കൂട്ട് ഒരു നിലയിൽനിന്ന് മേല്പോട്ടുള്ള വേറൊരു നിലയിലേയ്ക്ക് നീങ്ങിച്ചെല്ലുന്നു. ഇടത്തുഭാഗത്തുള്ള കയറ് താഴ്ത്തുമ്പോൾ W-ൽനിന്ന് വെള്ളം ഒഴിയുകയും 'S' താഴുകയും അതിനോടൊപ്പം 'C' എന്ന കൂട്ട് കീഴ്പോട്ടു വരികയും ചെയ്യുന്നതാണ്. ഇമ്മാതിരി കൂടിനെ പൊന്തിയ്ക്കുകയും താഴ്ത്തുകയും ചെയ്യാം. C എന്ന കൂടിൽനിന്ന് അതായത് ഇരിപ്പിടത്തിൽനിന്ന് മേല്പോട്ടുപോകുന്ന കയറിന്റെ മറേറ അററത്തിൽ R എന്ന തൂക്കം ഉണ്ട്. ഈ കയറ് P എന്ന കപ്പിയുടെ മുകളിൽ കൂടിപ്പോകുന്നു. P എന്ന തൂക്കം ഉള്ളതിനാൽ ഇരിപ്പിടത്തിന്റെ തൂക്കം കാരണമായ് C ചോട്ടിലേയ്ക്കു വീഴുന്നതല്ല.



ചിത്രം 36.

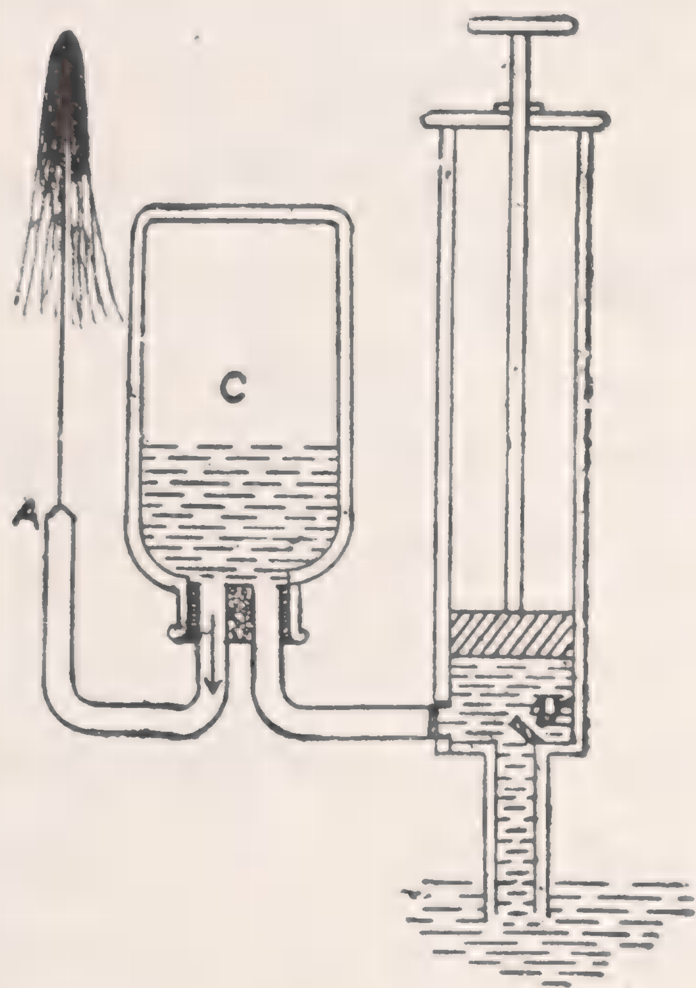
**ജലമേററുംകരു (Force pump):-** ഈ ഉപകരണത്തിന്റെ ചിത്രം നോക്കുക. ഇതിൽ ഒരു വിസ്ഥാരമായ കുഴൽ ഉണ്ട്. അതിന്റെ അടിയിൽനിന്ന് ഒരു ചെറുകുഴൽ പുറപ്പെടുന്നു. ഈ കുഴലുകൾ ചേരുന്നേടത്ത് ഒരു വാൽവ് ഉണ്ട്. ഈ വാൽവ് മേല്പോട്ടു മാത്രം തുറക്കുന്നതാണ്. വലിയ കുഴലിൽനിന്ന് വലത്തുഭാഗത്ത് ഒരു കുഴൽ പൊന്തിനില്ക്കുന്നതു് നോക്കുക. വലിയ കുഴലിനോട് ഈ കുഴൽ ചേരുന്ന സ്ഥാനത്ത് V എന്ന് അടയാളപ്പെടുത്തി കാണി

ച്ചിരിക്കുന്ന വേറൊരു വാൽവ് ഉണ്ടു്. ഈ വാൽവ് വലിയ കുഴലിൽനിന്ന് വലത്തുഭാഗത്തുള്ള കുഴലിൻെറ അകത്തേയ്ക്കു് മാത്രമേ തുറക്കുകയുള്ളു. വലിയ കുഴലിൽ ഒരു ചാമ്പു കോലുണ്ടു്. ചെറുകുഴലൂടെ അററം ഒരു തൊട്ടിയിലെ വെള്ളത്തിൽ താഴ്ന്നിരിക്കുമാറു് വെയ്ക്കുക.

പ്രവൎത്തനം ആരംഭിയ്ക്കുമ്പോൾ ചാമ്പുകോൽ വിസ്താരമേറിയ കുഴലിൻെറ അടിയിൽ ഇരിയ്ക്കട്ടെ. അപ്പോൾ വാൽവുകൾ രണ്ടും അടഞ്ഞിരിയ്ക്കും. ചാമ്പുകോൽ മേല്പോട്ടു് വലിയ്ക്കുമ്പോൾ വലിയ കുഴലിലെ അമൎച്ചശക്തി ചുരുങ്ങുന്നതിനാൽ തൊട്ടിയിലെ വെള്ളം ചെറുകുഴലിൻെറ മേൽഭാഗത്തിരിയ്ക്കുന്ന വാൽവ് തുറന്ന് വലിയ കുഴലിൽ കടക്കുന്നു. ചാമ്പുകോൽ താഴ്ത്തുമ്പോൾ വെള്ളത്തിൻെറ ഘനത്താൽ ഈ വാൽവ് അടയും. ഈ അവസരത്തിൽ വെള്ളം V എന്ന വാൽവ് തുറന്ന് വലത്തുഭാഗത്തു് കാണിച്ചിരിയ്ക്കുന്ന കുഴലിലേയ്ക്കു് കടക്കും. അടുത്ത പ്രാവശ്യം ചാമ്പുകോൽ പൊന്തിയ്ക്കുമ്പോൾ ചെറുകുഴലിൻെറ അററത്തിലിരിയ്ക്കുന്ന വാൽവ് മാത്രം തുറക്കുകയും ജലാശയത്തിലെ വെള്ളം വലിയ കുഴലിൽ എത്തിച്ചേരുകയും ചെയ്യുന്നു.

പിന്നീടു്, ചാമ്പുകോൽ താഴ്ത്തുമ്പോൾ ഈ വാൽവ് അടയുകയും V എന്ന വാൽവ് തുറക്കുകയും ചെയ്യുന്നതാണ്. അപ്പോൾ വെള്ളം വലത്തെക്കുഴലിൽ അധികം ഉയരത്തേയ്ക്കു് പൊന്തുന്നു. ഇമ്മാതിരി ചാമ്പുകോൽ ചാ

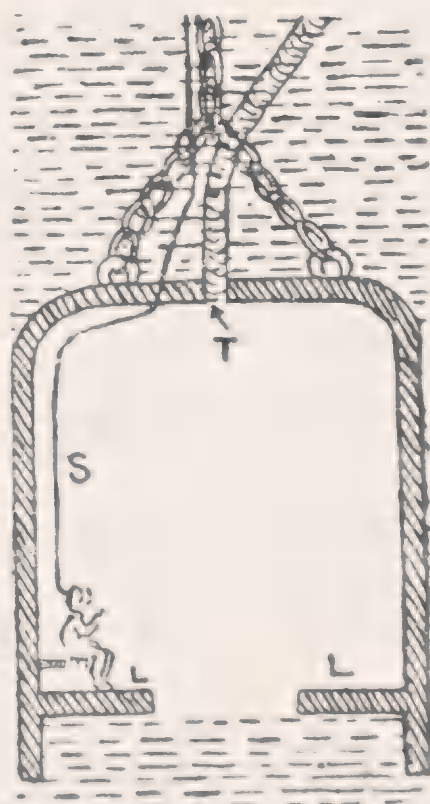
മ്പുമ്പോൾ വലത്തെ കുഴലിൽ ക്രമേണ വെള്ളം പൊന്തിപ്പൊന്തി അററത്തിൽനിന്ന് പുറത്തേയ്ക്കു് ചാടുന്നു.



ചിത്രം 37.

അഗ്നിനാശകയന്ത്രങ്ങളിൽ (In fire engines) കാണുന്ന ഉപകരണം ഈ പമ്പിനെ പരിഷ്കരിച്ച് ഉണ്ടാക്കീട്ടുള്ളതാണ് (ചിത്രം 37).

മജ്ജനയന്ത്രം (Diving bell) 38-ാം ചിത്രം നോക്കുക. ഇതു് വെള്ളത്തിന്നടിയിൽപോയി പെരുമാറുന്നതിന്ന് ഉപയോഗപ്പെടുത്തുന്ന ഒരു യന്ത്രമാണ്. ഇതു് മണിയുടെ ആകൃതിയോടുകൂടിയതാണ്. ഇതിൻെറ കീഴ്ഭാഗം തുറന്നിരിയ്ക്കും. ഇതിന്നുള്ളിൽ ആൾക്കു് ഇരിക്കത്തക്കവണ്ണം ഒരു ബെഞ്ചു് (L) ഉണ്ടു്. അകത്തിരിയ്ക്കുന്ന ആൾക്കു് മുകളിലുള്ളവരോട്ട് വർത്തമാനം അറിയിപ്പാൻ പിടിച്ചുവലിക്കേണ്ടതിലേയ്ക്കു് S എന്ന ഒരു കമ്പി ഉണ്ടു്. യന്ത്രത്തിൻെറ മേൽഭാഗത്തിൽ T എന്ന ഒരു കുഴൽ വന്നവസാ



ചിത്രം 38.
മജ്ജന യന്ത്രം.

നിയ്ക്കുന്നു. ചങ്ങലയുടെ സഹായത്താലാണ് കപ്പലിൽനിന്ന് യന്ത്രം ചോട്ടിലേയ്ക്ക് ഇറക്കുന്നത്. T എന്ന കുഴൽ കപ്പലിലെ കാററുനിറച്ചിട്ടുള്ള തൊട്ടിയോട്ട് ചേൎന്നിയിരിയ്ക്കും. S എന്ന കമ്പി കപ്പലിൽനിന്നാണ് പുറപ്പെടുന്നത്. യന്ത്രം വെള്ളത്തിൽ താഴുമ്പോൾ ഇതിലുള്ള വായുവിന്നു പുറമെ പോകുവാൻ സാധിക്കയില്ല. അപ്പോൾ വായു അമൎന്ന് കുറച്ചുവെള്ളം അകത്തു കടന്നുനില്ക്കും. ഇതു് നിലയ്ക്ക് വന്നാൽ പിന്നെ വെള്ളം മണിയുടെ ഉള്ളിലേയ്ക്ക് കടക്കുന്നതല്ല. T എന്ന കുഴലിൽക്കൂടി യന്ത്രത്തിൽ ഇരിയ്ക്കുന്ന ഒരുവന്ന് ശ്വാസിയ്ക്കുവാൻ വായു കിട്ടുന്നതാണ്.

ഈ യന്ത്രത്തിൻെറ സഹായത്താൽ ജനങ്ങൾ കടലിൻെറ അടിയിലേയ്ക്ക് മുങ്ങിച്ചെന്ന് മുത്ത്, പവിഴം എന്നിവ ശേഖരിയ്ക്കുന്നു. തൂത്തുക്കുടിയുടെ അടുക്കെയുള്ള സമുദ്രഭാഗത്തിൽനിന്ന് ഇങ്ങിനത്തെ യന്ത്രം ഉപയോഗിച്ചാണ് മുത്ത് എടുത്തുവരുന്നത്.

**മുങ്ങിക്കപ്പൽ (Submarine).** ഇതു് ഒരു കപ്പൽ തന്നെയാണ്. എന്നാൽ ആവശ്യംപോലെ വെള്ളത്തിൽ മേലോ അടിയിലോക്കൂടിട്ടു കൊണ്ടുപോകാനുള്ള സൌകൎയ്യങ്ങൾ ഇതിലുണ്ട്. ഈ കപ്പലിൻെറ പാൎശ്വഭാഗങ്ങളിൽ അടിത്തട്ടിലായി വലിയ തൊട്ടികൾ ഉണ്ടായിരിയ്ക്കും. ഇവയിൽനിന്ന് പുറത്തേയ്ക്ക് തുറക്കാവുന്ന വാതിലുകളുമുണ്ട്. കപ്പലിനെ വെള്ളത്തിന്നുള്ളിൽക്കൂടി കൊണ്ടുപോകേണമെങ്കിൽ തൊട്ടികളിലെ വാതിലുകൾ തുറക്കേണ്ടതാണ്. അപ്പോൾ കപ്പലിൽ വെള്ളം കടന്നു കപ്പൽ മുങ്ങുന്നു. മുങ്ങി

യ കപ്പൽ മേല്പോട്ട് വരുത്തേണമെങ്കിൽ വാതിലുകൾ അടച്ച് ജലപ്രക്ഷേപണയന്ത്രം ഉപയോഗിച്ച് വെള്ളമെല്ലാം പുറത്തേയ്ക്ക് തള്ളിവിടണം.

**പ്രാണരക്ഷപ്പട്ട (Life belt).** കപ്പലുകൾക്ക് അപകടം നേരിട്ടാൽ അതിലുള്ളവർക്ക് രക്ഷപ്പെടേണ്ടതിനുള്ള ഒരു ഉപകരണമാണ് പ്രാണരക്ഷപ്പട്ട.

ഇതൊരു മോട്ടോർ-ടയർ (tyre) പോലെയാണ്. ഉറപ്പുള്ളതും ലഘുവായതും ആയ സാധനംകൊണ്ടാണ് ഇത് ഉണ്ടാക്കുന്നത്. ഉപകരണത്തിന്റെ ഉള്ളിലേയ്ക്ക് പമ്പുചെയ്ത് വായു നിറച്ചിരിയ്ക്കും. ഈ ഉപകരണത്തെ ഉപയോഗിയ്ക്കുന്നവൻ അതിനെ അരയിൽ കെട്ടി വെള്ളത്തിൽ ചാടും. വായു വെള്ളത്തേക്കാൾ ഘനത്വം (density) ചുരുങ്ങിയ ഒരു സാധനമാകകൊണ്ട് ആൾ വെള്ളത്തിൽ പൊന്തിക്കിടക്കും. പിന്നെ ആരെങ്കിലും വന്നു രക്ഷപ്പെടുത്തും.

---

## അദ്ധ്യായം 7.

### 1. തെർമോസ് ഫ്ളാസ്ക് (Thermos-flask) 2. അഗ്നിരഹിതപാചകസാമഗ്രി. 3. റെഫ്രിജറെയിടർ (ശൈത്യോപകരണം—refrigerator)—ഇവയുടെ ഉപയോഗങ്ങൾ, പ്രവൎത്തനം, പ്രവൎത്തനതത്വം.

1. **തെർമാസ്-ഫ്ളാസ്ക്** :—ദീനക്കാൎക്ക് അപ്പപ്പോൾ കുടിയ്ക്കുവാനുള്ള കാപ്പി പാൽ മുതലായവ ചൂടുള്ളവയായിരിക്കുവാൻ അവയെ തെർമോസ-ഫ്ളാസ്കിൽ ഒഴിച്ചുവെച്ചിരിയ്ക്കുന്നതായ് നിങ്ങൾ കണ്ടിരിയ്ക്കും. ഇത്തരം പാത്രങ്ങളിൽ ഏതൊരു ചൂടോടുകൂടീട്ടാണ് കാപ്പി മുതലായവ ഒഴിച്ചുവെയ്ക്കുന്നതു്, ആ ചൂടോടുകൂടിതന്നെ ആ സാധനത്തെ അധികം നേരത്തേയ്ക്ക് വെച്ചുകൊണ്ടിരിയ്ക്കുവാൻ ഈ പാത്രത്തിന്നു് കഴിയും.

39-ാംചിത്രത്തിൽ ഈ ഉപകരണത്തിന്റെ പടം കാണിച്ചിരിയ്ക്കുന്നു. ഈ പാത്രത്തിലെ ഗ്ലാസിന്നു് രണ്ടു മടക്കുണ്ടു്. മടക്കുകൾക്കിടയിലുള്ള വായു നീക്കംചെയ്തിരിയ്ക്കും. ഈ ഗ്ലാസിന്റെ ഉൾഭാഗത്തിലെ ഉപരിഭാഗവും പുറമെയുള്ള ഗ്ലാസിന്റെ ഉൾഭാഗവും മിനുന്നവയായിരിയ്ക്കും. പാത്രത്തിന്റെ വായ കാൎക്കുകൊണ്ടു് മൂടിയിരിയ്ക്കും. ഈ ഉപകരണത്തെ അടിയിൽ സ്പ്രിങ്ങ് ഉള്ള അപ്രചലകമായ ഒരു ഇരുപ്പിന്മേൽ നിൎത്തിയിരിയ്ക്കും. സ്പ്രിങ്ങും മെത്തയും വേറൊരു പാത്രത്തിന്റെ



ചിത്രം 39.

അടിയിൽ വെച്ചിരിയ്ക്കും. ഈ പാത്രത്തിന്ന് ഒരു മൂടിയുണ്ട്.

തെർമോസുഫ്ളാസ്കിൽനിന്ന് സാധനത്തിൻെറ ചൂടു പുറത്തുപോകാതിരിപ്പാനാണ് മേല്പറഞ്ഞ ഏർപ്പാടുകൾ (അതായതു് മടക്കുകൾക്കകത്തുള്ള വായു നീക്കംചെയ്തിരിക്കുന്നതു്, മെത്തയിൽ ഫ്ളാസ്കിനെ വെച്ചിരിക്കുന്നതു്, കാക്ക്കൊണ്ടു് മൂടിയിരിക്കുന്നതു്) ചെയ്തിട്ടുള്ളതു്.

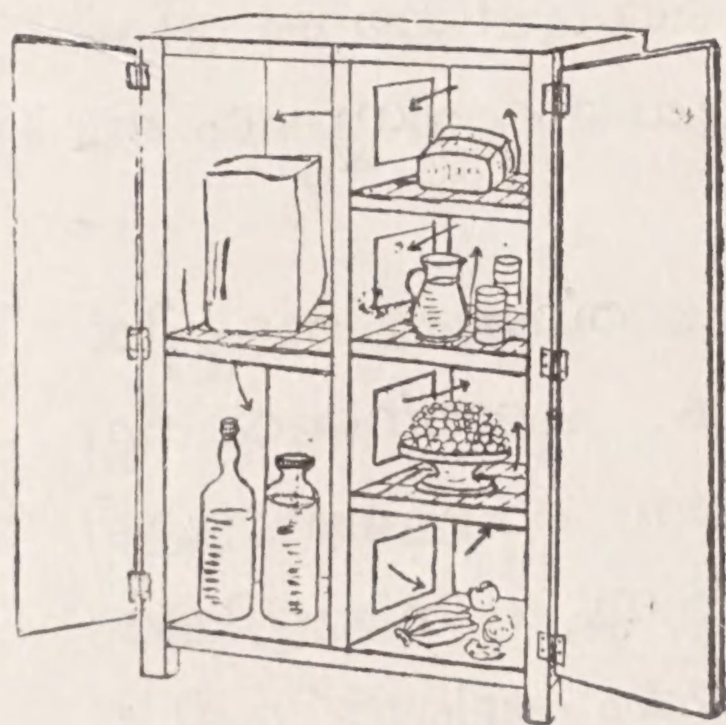
**അഗ്നിരഹിതപാചകസാമഗ്രി**:—ഒരു പെട്ടിയുടെ പലകകളുടെ ചുററും ഉള്ളിലായി അപ്രചാലകവസ്തുക്കളുണ്ടായിരിക്കും. ഈ വസ്തുക്കളുടെ ഇടയിൽ ഒഴിവുള്ള സ്ഥലം ഉണ്ടായിരിയ്ക്കും. കാക്ക്, മരം, ആസ്ബെസ്റ്റാസ് (കൽനാർ-asbestos) എന്നിത്യാദി സാധനങ്ങളിൽ ഏതെങ്കിലും ഒന്നുകൊണ്ടു് ഉണ്ടാക്കിയ ഒരു മൂടി ഈ പെട്ടിക്ക് ഉണ്ടാകും. ഈ സാധനങ്ങൾ അപ്രചാലക വസ്തുക്കൾ ആകുന്നു എന്ന് ഓർമ്മിയ്ക്കുക.

വെള്ളത്തിൽ വേവിക്കേണ്ടപദാർത്ഥങ്ങളെ അടുപ്പിൽ ഒരു പാത്രത്തിൽ ഇട്ടു് തിളപ്പിയ്ക്കുക. പദാർത്ഥങ്ങൾ നല്ലവണ്ണം വേവുന്നതിന്നു മുമ്പായ്ത്തന്നെ വെള്ളത്തോടുകൂടി പാചകസാമഗ്രിയിലേക്ക് നീക്കിവെയ്ക്കുക. സാമഗ്രിയുടെ മൂടി വേണ്ടപോലെ മൂടുക. കുറെസമയം കഴിഞ്ഞു് മൂടി തുറന്നുനോക്കിയാൽ പദാർത്ഥങ്ങൾ പാകംവന്ന് വെന്തിരിക്കുന്നതായ് കാണാം.

പാചകസാമഗ്രി അപ്രചാലകവസ്തുക്കൾ കൊണ്ടാണല്ലോ ഉണ്ടാക്കിയിരിയ്ക്കുന്നതു്. ആയതിനാൽ ചൂടോടുകൂ

ടിതന്നെ സാമഗ്രിയിൽവെച്ച പാത്രത്തിൽനിന്ന ചൂട്ട പുറത്തേക്ക പോകാതാകും. ഈ ചൂടുകൊണ്ടാണ് ആഹാരം വേവുന്നത്.

**ശൈത്യോപകരണം:**—ആഹാരപദാൎത്ഥങ്ങൾ കേടുവരാതെ സൂക്ഷിക്കേണ്ടതിലേക്കുള്ള ഒരു ഉപകരണമാണിതു്. പദാൎത്ഥങ്ങൾ കേടുവരുന്നതു് ചിലപ്രാണികളുടെ സംപൎക്കത്താൽ ആകുന്നു. ഈ അണുപ്രാണികൾ ശൈത്യത്തിൽ വളരുകയാകട്ടെ ജീവിക്കുകയാകട്ടെ ചെയ്യുകയില്ല. ഈ സംഗതിയെ അടിസ്ഥാനമാക്കീട്ടാകുന്നു ശൈത്യോപകരണം ഉണ്ടാക്കീട്ടുള്ളതു്. ഈ വിഷയത്തിനും പുറമേ ഒരു സംഗതികൂടിയും നിങ്ങൾ മനസ്സിലാക്കണം. വായു ഒരു അല്പ പ്രചാലകവസ്തു (Poor conductor) ആകുന്നു. ഈ ഉപകരണത്തിലെ ഉൾഭാഗം അപ്രചാലകവസ്തുക്കൾകൊണ്ടാണ് ഉണ്ടാക്കിയിരിയ്ക്കുക. ഇതിന്റെ ഉൾഭാഗം രണ്ടായ് ഭാഗിച്ചിരിയ്ക്കും. ഇടത്തെ പകുതിയിലും വലത്തെ പകുതിയിലും തട്ടുകൾ ഉണ്ടായിരിയ്ക്കും. തട്ടുകളുടെ അടിയിൽ കമ്പിവലച്ചട്ടങ്ങളാണ് ഉണ്ടായിരിയ്ക്കുക. ഇടത്തുഭാഗത്തുള്ള അടിത്തട്ടിൽനിന്ന് വലത്തുഭാഗത്തുള്ള അടിത്തട്ടിലേക്ക് വായുസഞ്ചാരത്തിന്നുള്ള സൌകര്യം ഉണ്ട്. ഇതേമാതിരി, ഇരുഭാഗത്തുള്ള മേൽ



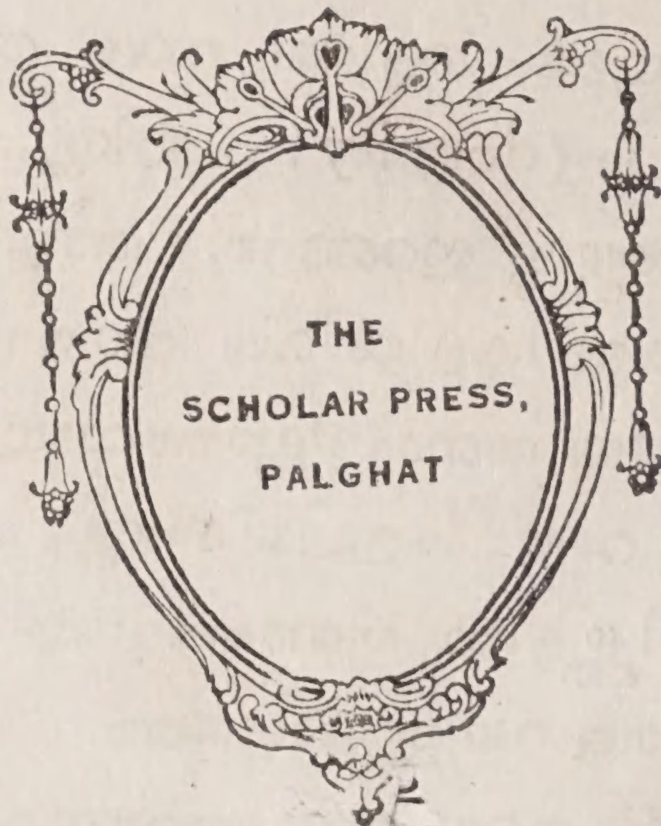
ചിത്രം 40.

ത്തട്ടുകളെ വേർതിരിക്കുന്ന പലകയിൽ ഒരു ദ്വാരം ഉണ്ടാകും. (ചിത്രം 40).

ഇടത്തുഭാഗത്തെ മേൽത്തട്ടിൽ ഹിമം വെച്ചിരിയ്ക്കും ബാക്കിത്തട്ടുകളിൽ കേടുവരാതെ സൂക്ഷിയ്ക്കേണ്ടുന്ന പദാത്ഥങ്ങൾ വെയ്ക്കും. അലമാരിയുടെ മുഖം അടച്ചുവെയ്ക്കും. ഇങ്ങിനെ ചെയ്യുന്നപക്ഷം പദാത്ഥങ്ങൾ കേടുവരാതെ വളരെക്കാലം നില്ക്കും.

ഹിമക്കട്ടിയുള്ള തട്ടിലെ വായു തണുക്കുമ്പോൾ അതിൻെറ ഘനത്വം (density) വദ്ധിയ്ക്കുന്നു. അപ്പോൾ തണുത്ത വായു കീഴ്പ്പോട്ടു ഇറങ്ങുന്നു. അതുകൊണ്ട് ഈ ഉപകരണത്തിലെ കള്ളികളിൽ ഒരു വായുസഞ്ചാരം ഏപ്പെടുന്നു. തണുത്തവായു തണുപ്പില്ലാത്തവായുവിനെ ഒരു കള്ളിയിൽനിന്നു വേറൊരു കള്ളിയിലേയ്ക്കു തള്ളിവിടുന്നു. ഇടത്തുഭാഗത്തെ കീഴ്ത്തട്ടിൽ തണുത്തവായു എത്തിയാൽ അവിടെയുള്ള വായു വലത്തുഭാഗത്തെ കീഴ്ത്തട്ടിൽ കടക്കുന്നു. ക്രമേണ ആ തട്ടും തണുത്തവായുവായ് ത്തീരുന്നു. അപ്പോൾ അവിടത്തെ വായു മേല്പോട്ടു പോകുന്നു. കുറെ സമയം കഴിഞ്ഞാൽ ഈ ഉപകരണത്തിൽ ഉഷ്ണത്തിൻെറ ശക്തി ചുരുങ്ങുന്നു. ഈ തണുപ്പ് നിലനില്ക്കാൻ ഉപകരണത്തിലെ ഉൾഭാഗത്തുള്ള അപ്രചാലക വസ്തുക്കളാണ് സഹായിയ്ക്കുന്നതു. അതിനാൽ ഈ ഉപകരണത്തിൽ വെയ്ക്കുന്ന ഭക്ഷണപദാത്ഥങ്ങൾ നല്ലപോലെ തണുക്കുകയും, തദ്വാരാ അവ കേടുവരാതിരിയ്ക്കുയും ചെയ്യുന്നു.




THE
SCHOLAR PRESS,
PALGHAT